



**TORTA DE DENDÊ SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA
E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE FÊMEAS
BOVINAS TERMINADAS COM DIFERENTES
ESTRATÉGIAS DE ALIMENTAÇÃO**

CAMILA SOARES

2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**TORTA DE DENDÊ SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA
E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE FÊMEAS
BOVINAS TERMINADAS COM DIFERENTES
ESTRATÉGIAS DE ALIMENTAÇÃO**

Autora: Camila Soares
Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2022

CAMILA SOARES

**TORTA DE DENDÊ SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE FÊMEAS BOVINAS
TERMINADAS COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE
ALIMENTAÇÃO**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2022

636.085 Soares, Camila.

S653t Torta de dendê sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas bovinas terminadas com diferentes estratégias de alimentação. / Camila Soares. – Itapetinga-BA: UESB, 2022.
86f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Robério Rodrigues Silva e coorientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva.

1. Novilhas - Alimentação - Torta de dendê - Qualidade da carne. 2. Vacas - Torta de dendê – Dietas – Qualidade da carne. 3. Torta de dendê - Composição química – Carne bovina - Qualidade. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Bovinos de corte – Suplementação - Torta de dendê
2. Carne bovina – Qualidade - Alimentação
3. *Elaeis guineenses*

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Torta de dendê sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas bovinas terminadas com diferentes estratégias de alimentação".

Autor (a): Camila Soares

Orientador (a): Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Coorientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva - UESB
Orientador



Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – UNIMONTES



Prof. Dr. Rodolpho Martin do Prado – UEM



Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior – UFRSA



Dr. Ana Paula Gomes da Silva

Data de realização: 18 de março de 2022.

À minha família, pelo amor e incentivos a mim sempre dados.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

Durante a realização de qualquer caminhada, sempre contamos com a competência, carinho, dedicação e amizade de inúmeras pessoas. Quero agradecer a todos que fizeram parte desta etapa, em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, pois sem Ele não seria possível os agradecimentos abaixo:

À minha família, por estar sempre presente na minha vida, me dando força;

Ao meu orientador, Prof. DSc. Robério Rodrigues Silva, por todos os ensinamentos e profissionalismo;

Aos meus grandes amigos do doutorado, aos quais tenho grande admiração e respeito;

A todos os meus amigos, que me apoiaram tanto na vida acadêmica quanto também na vida pessoal, como grandes conselheiros, e àqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), por me proporcionar a formação em pós-graduação em Zootecnia;

Aos Técnicos do Laboratório de Métodos e Separações Químicas (LABMESQ), pelos auxílios nas análises;

Ao meu grupo de pesquisa “BPL”, pelo companheirismo na execução deste trabalho

Ao CNPQ, pela concessão de bolsas de estudo.

BIOGRAFIA

Camila Soares, filha de Maria do Rosário Soares, nasceu em 04 de novembro de 1989, em Turmalina – Minas Gerais.

Em 2010, iniciou o curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, campus de Janaúba- MG,finalizando-o em 2014.2.

Em 2015, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, campus de Janaúba-MG,finalizando-o em 2017.1.

Em 2018, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração em Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, sob a orientação do professor Dsc. Robério Rodrigues Silva, realizando estudosna área de nutrição animal.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTAS DE QUADROS	viii
LISTAS DE TABELAS.....	ix
RESUMO GERAL	xi
OVERALL ABSTRACT.....	xiii
I REFERENCIAL TEÓRICO.....	1
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.2 Pecuária de Corte no Brasil	2
1.3 Característica e utilização da torta de dendê em dietas para ruminantes.....	4
1.4 Sistemas de Alimentação e Composição Nutricional da Carne Bovina.....	7
1.5 Perfil de Ácidos Graxos da Carne de Bovinos Confinados e à Pasto.....	12
1.6 Ácidos Graxos Ômega 3 e Ômega 6.....	14
1.7 Ácido graxo linoleico conjugado.....	14
1.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
II - OBJETIVOS	28
III - CAPÍTULO I - Índices de qualidade nutricional e perfil de ácidos graxos da carne de vacas de descarte alimentadas em confinamento com torta de dendê	29
Resumo	29
Abstract.....	30
1 Introdução	31
2 Material e métodos.....	32
2.1 Período experimental, animais e tratamentos	32
2.2 Abate dos animais e análises da carne	34
2.2.1 Obtenção das amostras.....	34
2.2.2 Composição Química.....	34
2.2.2.1 Lipídeos totais.....	34
2.2.2.2 Colesterol.....	35

2.3 Perfil de ácidos graxos	36
2.3.1 Transesterificação dos triacilgliceróis	36
2.3.2 Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia.....	36
2.3.3 Identificação dos ésteres metílicos	37
2.3.4 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos da carne <i>in natura</i>	38
2.4 Análises estatísticas	39
3 Resultados e discussão.....	39
3.1 Perfil de Ácidos Graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte terminadas em confinamento	39
3.2 Índices de atividade dessaturase no músculos <i>Longissimus dorsi dorsi</i> de vacas de descarte terminadas em confinamento	44
3.3 Índices de qualidade nutricional do <i>músculo Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte terminadas em confinamento	45
4 Conclusões	48
5 Referências bibliográficas.....	49
IV – CAPÍTULO II - Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de novilhas terminadas à pasto suplementadas com torta de dendê.....	55
Resumo	55
Abstract.....	56
1. Introdução	57
2. Material e métodos.....	58
2.1 Período experimental, animais e tratamentos	58
2.2 Análises Químicas: Composição nutricional do volumoso e concentrados.	60
2.3 Abate dos animais e análises da carne	62
2.3.1 Obtenção das amostras.....	62
2.3.2 Composição Química.....	62
2.3.3 Umidade.....	62
2.3.4 Matéria mineral.....	63
2.3.5 Proteína	63
2.3.6 Lipídeos totais.....	63
2.3.7 Colesterol.....	64
2.4 Perfil de ácidos graxos	65
2.4.1 Transesterificação dos triacilgliceróis	65
2.4.2 Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia.....	65

2.4.3 Identificação dos ésteres metílicos	65
2.4.4 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos da carne <i>in natura</i>	67
2.5 Análises Estatísticas.....	67
3.1 Composição centesimal do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas terminadas em pastejo	68
3.2 Perfil de Ácidos Graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas terminadas em pastejo	69
3.3 Índices de atividade dessaturase no músculos do <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas terminadas em pastejo.....	73
3.4 Índices de qualidade nutricional do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas terminadas em pastejo.....	73
4 Conclusões	75
5 Referências bibliográficas.....	76
V CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
VI ANEXOS	81

LISTAS DE QUADROS

	Página
Quadro 1. Efeito dos diferentes níveis de torta de dendê incluídos na dieta de bovinos.....	6

LISTAS DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição químico-bromatológica da torta de dendê, de acordo com diversos autores.....	5
Tabela 2. Principais ácidos graxos encontrados na torta de dendê, de acordo com diversos autores.....	7
CAPÍTULO 1	
Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS).....	33
Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e composição química das dietas fornecida.....	33
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos saturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.....	40
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.....	42
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.....	43
Tabela 6. Índices de atividade dessaturase em músculos do <i>Longissimus dorsi</i> da de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.....	45
Tabela 7. Índices de qualidade nutricional do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.....	46
CAPÍTULO 2	
Tabela 1. Composição química dos ingredientes usados nos suplementos, em	

porcentagem da matéria seca.....	59
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos e da forragem (<i>Urochloa brizanta</i> cv. Marandu).....	60
Tabela 3. Composição química do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de torta de dendê.....	68
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos saturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de dendê.....	70
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de dendê.....	71
Tabela 6. Perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de torta de dendê.....	72
Tabela 7. Índices de atividade dessaturase em músculos do <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de torta de dendê.....	73
Tabela 8. Índices de qualidade nutricional do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de torta de dendê.....	74

RESUMO GERAL

SOARES, C. Torta de dendê sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas bovinas terminadas com diferentes estratégias de alimentação. Itapetinga, BA: UESB, 2022, 86 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes). *

Objetivou-se avaliar níveis de inclusão de torta de dendê em dietas para vacas de descarte terminadas em confinamento (Experimento I) e novilhas terminadas à pasto (Experimento II) sobre perfil de ácidos graxos, composição centesimal e teor de colesterol da carne. O experimento I teve duração de 90 dias, sendo os 20 primeiros destinados à adaptação dos animais às dietas e manejo, e os outros 70 dias, à coleta de dados. Foram utilizadas 36 vacas mestiças Holandês x Zebu, com idade média de 83 meses e peso vivo médio de 384,88 kg \pm 59,18. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto de quatro tratamentos, sendo nove animais por tratamento, em sistema de confinamento. Os tratamentos consistiram em: controle (sem inclusão de torta de dendê na dieta); inclusão de 8; 16 e 24% de torta de dendê, com base na matéria seca total da dieta. O experimento II teve duração de 140 dias de avaliação. Foram utilizadas 32 novilhas mestiças ($1/2$ Holandês x $1/2$ Zebu) em fase de terminação, com idade média de 20 meses e peso inicial de 314,06 \pm 28,69 kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições, manejados em pastejo intermitente de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Os tratamentos consistiram na inclusão dos níveis de 0, 15, 30 e 45% de torta de dendê na matéria seca do suplemento concentrado, o qual forneceu-se a proporção de 0,4% do peso corporal dos animais. No sistema de alimentação em confinamento (experimento I), a inclusão da torta de dendê propiciou efeito quadrático positivo ($P < 0,05$) nos teores dos ácidos graxos saturados láurico (C12:0), mirístico (C14:0), pentadecílico (C15:0), palmítico (C16:0), margárico (C17:0) e esteárico (C18:0), com pontos máximos nos níveis de 11,75%, 15,60%, 15,01%, 12,01%, 13,13% e 10,76% de torta de dendê, respectivamente, e efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o ácido tridecanoico (C13:0). Para os ácidos graxos monoinsaturados, houve aumento linear ($P < 0,05$) dos teores de ácidos ácido miristoléico (C14:1) e ácido palmitoléico (C16:1) à medida que aumentou os níveis da torta de dendê. Por outro lado, o ácido heptadecenoico (17:1) apresentou efeito quadrático com ponto máximo de 10,44%. A inclusão da torta de dendê na dieta causou efeito quadrático positivo no teor do ácido graxo poliinsaturados linolelaídico (C18:2n6t), com ponto máximo de 10,86%. O ácido eicosadienoico (C20:2) obteve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) e ácido docosadienoico (C22:2) apresentou efeito linear crescente em função dos níveis da torta de dendê na dieta. A atividade da enzima Δ^9 dessaturase 14 aumentou linearmente a medida que aumentou os níveis da torta de dendê. Na avaliação dos índices de qualidade nutricional, a relação AGMI:AGS, AGPI:AGS, n-3, n6 e n-6:n-3, não foram afetados pela dieta ($P > 0,05$). No sistema de alimentação à pasto (Experimento II), a inclusão da torta de dendê não afetou a composição centesimal da carne de novilhas mestiças na fase de terminação ($P > 0,05$), com exceção dos lipídeos totais. Para o perfil de ácidos graxos saturados, houve diferença para o ácido graxo

tridecanoico (C13:0) que apresentou efeito quadrático com ponto mínimo de 18,50% e para o palmítico, com efeito linear decrescente. Os resultados do perfil ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* não foram afetados ($P>0,05$) pela inclusão da torta de dendê no concentrado. Na avaliação dos ácidos graxos poliinsaturados, somente o ácido eicosapentaenóico (EPA) (C20:5n3) que teve efeito linear crescente. Não houve influência ($P>0,05$) da dieta para os índices de atividade da $\Delta 9$ dessaturase. Para os índice de qualidade nutricional houve efeito significativo ($P<0,05$) para os ácidos graxos desejáveis, índice de trombogenicidade, índices de aterogenicidade e relação entre os ácidos hipercolesterolêmicos:hipercoleterolêmicos no músculo. A inclusão da torta de dendê em dietas para vacas de descarte influenciou os teores de ácidos graxos saturados, monoinsaturado, poliinsaturado e o índices de qualidade nutricional do músculo *Longissimus dorsi*. A torta de dendê pode ser incluída em dietas para a terminação de vacas em até o 10% sem prejudicar a qualidade nutricional. A inclusão da torta de dendê em dietas para novilhas mestiças não afeta a composição centesimal da carne, perfil de ácidos graxos saturados e monoinsaturados. A torta de dendê pode ser incluída em suplementos para novilhas mestiças no nível de até 45% sem afetar a qualidade nutricional da carne.

Palavras-chave: Bovinos de corte, *Elaeis guineenses*, qualidade da carne, ruminantes

OVERALL ABSTRACT

SOARES, Camila. **Palm kernel cake on chemical composition and fatty acid profile of female bovines' meat finished at different finishing feeding strategies.** Itapetinga, BA: UESB, 2022. 86 p. Thesis. (PhD in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production).*

This study aimed to evaluate the levels of inclusion of palm kernel cake on diets for cull cows finished on feedlot system (Experiment I) and heifers finished on pasture (Experiment II) on fatty acid profile, proximate meat's composition and cholesterol content. Experiment I lasted for 90 days, the first 20 days for the adaptation of animals to diets and management, and the other 70 days for data collection. It was used thirty-six Holstein x Zebu crossbred cows, with a mean age of 83 months and mean live weight of $384.88 \text{ kg} \pm 59.18$. The animals were distributed in a completely randomized design, consisting of four treatments, nine animals per treatment, on a feedlot hearing system. The treatments consisted of: control (with no inclusion of palm kernel cake on the diet); inclusion of 8; 16 and 24% of palm kernel cake, based on the total dry matter of the diet. Experiment II lasted 140 days of data collection. It was used thirty-two crossbred heifers (1/2 Holstein x 1/2 Zebu) on the finishing phase, with an mean age of 20 months and initial weight of $314.06 \pm 28.69 \text{ kg}$. The animals were randomly distributed in a completely randomized design with four treatments and eight replications, managed in intermittent grazing of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. The treatments consisted in the inclusion levels of 0, 15, 30 and 45% of palm kernel cake on the dry matter of the concentrated supplement, which was provided in the proportion of 0.4% of the animals' body weight. In the feedlot system (experiment I), the inclusion of palm kernel cake provided a positive quadratic effect ($P < 0.05$) on the levels of saturated fatty acids lauric (C12:0), myristic (C14:0), pentadecylic (C15:0), palmitic (C16:0), margaric (C17:0) and stearic (C18:0), with maximum points of 11.75%, 15.60%, 15.01%, 12.01%, 13.13% and 10.76% of palm kernel cake, respectively, and increasing linear effect ($P < 0.05$) for tridecanoic acid (C13:0). For monounsaturated fatty acids, there was a linear increase ($P < 0.05$) in the contents of myristoleic acid (C14:1) and palmitoleic acid (C16:1) as the levels of palm kernel cake increased. On the other hand, heptadecenoic acid (17:1) showed a quadratic effect with a maximum point of 10.44%. The inclusion of palm kernel cake in the diet caused a positive quadratic effect on the content of polyunsaturated linolelaidic fatty acid (C18:2n6t), with a maximum point of 10.86%. Eicosadienoic acid (C20:2) had a decreasing linear effect ($P < 0.05$) and docosadienoic acid (C22:2) showed an increasing linear effect as a function of the levels of palm kernel cake in the diet. The activity of the $\Delta 9$ desaturase 14 enzyme increased linearly as the levels of palm kernel cake also increased. In the evaluation of nutritional quality indices, the MUFA:SFA, PUFA:SFA ratio, n-3, n6 and n-6:n-3, were not affected by the diet ($P > 0.05$). In the pasture feeding system (Experiment II), the inclusion of palm kernel cake did not affect the proximate composition of the meat of crossbred heifers in the finishing phase ($P > 0.05$), with the exception of total lipids ($P = 0.038$). For the saturated fatty acid profile, there was a difference for the tridecanoic (C13:0) fatty acid, which showed an increasing

linear effect with a minimum point of 18.50% and for palmitic, with decreasing linear effect. The results of the monounsaturated fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle were not affected ($P>0.05$) by the inclusion of palm kernel cake in the concentrate. In the evaluation of polyunsaturated fatty acids, only eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5n3) had an increasing linear effect. There was no influence ($P>0.05$) of the diet on the indices of $\Delta 9$ desaturase activity and also for any of the variables of the nutritional quality index of the meat muscle. The inclusion of palm kernel cake in diets for cull cows influenced the levels of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and the nutritional quality indices of the *Longissimus dorsi* muscle. Palm kernel cake can be included in diets for finishing cows up to 10% not harming nutritional quality. The inclusion of palm kernel cake on diets for crossbred heifers does not affect the proximate composition of the meat, the profile of saturated and monounsaturated fatty acids, or the nutritional quality indices of the meat. The palm kernel cake can be included in supplements for crossbred heifers up to a level of 45% not affecting the nutritional quality of the meat.

Keywords: Beef cattle, *Elaeis guineenses*, meat quality, ruminants

I REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária de corte possui grande destaque no Brasil, visto que o país apresenta o maior rebanho comercial do mundo, sendo o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina e ocupa também o segundo lugar como consumidor (ABIEC, 2020). O setor tem levado o Brasil a se destacar como um dos principais líderes mundiais na produção e comercialização, consequência de um sistema estruturado e bem desenvolvido que proporcionou aumento significativo da produtividade e melhoramento da qualidade do produto ofertado (Navolar et al., 2018).

O sucesso da produção na pecuária de corte pode ser alcançado através de um manejo eficiente e, principalmente, em relação à nutrição do animal. Nesse sentido, o sistema de produção na pecuária de corte possui um papel importante para obtenção de maior produção. A classificação se dá com base no regime alimentar, onde tem-se sistema extensivo, que tem como base alimentar pastagens nativas ou cultivadas, sistema semi-intensivo onde, além das pastagens é fornecida uma suplementação e o sistema intensivo, onde além da pastagem de alta produtividade e suplementação é usado também o confinamento (Arantes, 2017).

Com o intuito de aumentar a eficiência e a produtividade da bovinocultura de corte brasileira, novas alternativas para compor dietas de baixo custo para ruminantes vem sendo adotadas pelos produtores. Dentre estas alternativas, destaca-se a torta de dendê, coproduto que possui potencial nutricional e pode ser usado como ingrediente em dietas para os bovinos (Oliveira et al., 2015; Santana Filho et al., 2015; Lisboa et al., 2021).

A torta de dendê é obtida a partir da polpa seca do dendê após moagem e extração do seu óleo (Abd el Tawab & Khattab, 2018). O dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq) é uma palmeira perene originária da Costa Ocidental da África (Golfo do Guiné), trazida ao Brasil no século XVII (Watkins, 2020), se adaptou às condições brasileira e se tornou de importância econômica.

A torta de dendê pode ser usada na alimentação de bovinos de corte, especialmente nas dietas para terminação, em que maiores proporções de concentrado são utilizadas para aumentar a energia, a ingestão e a taxa de ganho de peso corporal em um curto período de tempo (Santana Filho et al., 2016). Seu potencial para alimentação de ruminantes se dá por ser um coproduto industrial com elevadas concentrações de proteína (196 g/kg), fibra (601 g/kg), vitaminas e minerais (Pimentel et al., 2015), alta disponibilidade ao longo do ano e baixo custo de aquisição.

Quando se utiliza coprodutos, na alimentação de bovinos de corte, um fator que deve ser considerado são os parâmetros de qualidade de carne. Esses podem ser afetados por diferentes fatores, dentre eles, destaca-se a nutrição. Dessa forma, estudos com a finalidade de melhorar a qualidade da carne bovina e os teores de ácidos graxos é de suma importância, visto que, a ocorrência de doenças coronarianas tem sido associada com a ingestão de gorduras saturadas (Hautrive et al., 2012). Neste sentido, carnes com menor teor ácidos graxos saturados, maior teor de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, podem ser benéficos para saúde. Diante do contexto, a utilização da torta de dendê na alimentação de bovinos de corte pode melhorar a qualidade do perfil de ácidos graxos da carne.

1.2 Pecuária de Corte no Brasil

A pecuária de corte está presente no cenário econômico nacional, desde a época colonial (Carvalho & Zen, 2017). O setor tem levado o Brasil a se destacar como um dos principais líderes mundiais na produção e comercialização, consequência de um sistema estruturado e bem desenvolvido que proporcionou aumento significativo da produtividade e melhoramento da qualidade do produto ofertado (Navolar et al., 2018).

Segundo o último relatório anual da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, 2020) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a produção total chegou a 213,7 milhões de cabeças em 2019 e com abate de 43,3 milhões de cabeças. Do total de carne produzida, 76,3% tiveram como destino o mercado interno, enquanto 23,6 % foram destinadas às exportações. Diante desse cenário, o país ocupa o segundo lugar na oferta mundial de carne bovina (14,8% da produção mundial em 2019) e a posição de maior exportador no mundo (1,86 milhões em 2019), desde 2004.

Em 2020, apesar da crise provocada pela pandemia, o Brasil se manteve na posição em termos de produção (10 milhões de toneladas) e bateu recorde de exportações. Segundo a Associação Brasileira de Frigoríficos (ABRAFRIGO, 2020), do total de carne bovina produzida, foi exportada 2,02 milhões de toneladas que somaram US\$ 8,4 bilhões para o país, indicando mais um aumento, entre 2019 e 2020. O aumento das exportações nos últimos anos se deve não só ao número de países de destino, que passou de 101 para 154 só entre 2018 e 2019, mas também ao aumento do volume de carne destinada a mercados já consolidados, como a China (ABIEC, 2020).

A pecuária de corte representa, sem dúvida uns dos principais pilares econômicos brasileiros. O rebanho no país é composto por 80% de animais de origem zebuína. Por serem adaptados a climas tropicais, esses animais obtiveram sucesso e se propagaram em território nacional e ajudou o Brasil a ser um dos líderes mundiais na produção de carne bovina (Carrijo Junior & Murad, 2016). Este setor contribui, de forma significativa, no produto interno bruto (PIB), em virtude da geração de emprego e renda direta ou indiretamente. Desde 2015, a pecuária de corte representa um PIB acima de 8% do total do PIB do país e cerca de 30% do PIB do agronegócio (ABIEC, 2020).

É fato que a pecuária no Brasil é exemplo de produção e que a carne de bovino brasileira é considerada uma das melhores do planeta, mas para chegar nesse patamar, foi necessário um trabalho que durou e dura até hoje (Rosa Menez et al., 2020). Esses cenários de produção e exportação de carnes englobam um conjunto de tecnologias e boas práticas que passam pela genética e melhoramentos; cuidados veterinários; manejo de pastagens zootécnico e agrônômico indispensável aos ganhos de produção, alimentação balanceada; produtividade e qualidade da bovinocultura. Além disso, o país tem tradição na pecuária de corte, por apresentar mão de obra, área, clima (pasto e grãos), indústrias globais e um franco mercado consumidor global e grande mercado doméstico (Ximenes, 2020).

A maior parte da carne produzida no país é advinda de animais criados em sistemas extensivos de produção (mais de 90% dos bovinos), que têm como base nutricional o uso de pastagens (Gomes et al., 2015). No entanto, a sazonalidade na produção de forrageiras no decorrer do ano é um dos fatores que dificulta suprir a demanda da carne bovina em quantidade e qualidade (Canto et al., 2013). Uma das possibilidades para atender essa demanda tem sido a adoção da terminação de animais em confinamento, associada a essa estratégia, a adoção da prática de suplementação alimentar tem sido uma alternativa essencial para a atividade, independentemente do sistema de

criação estabelecido, assim como o correto manejo da pastagem e dos animais (Mano et al., 2017).

Alimentos regionais alternativos, como coprodutos da agroindústria, oriundos da lavoura de grãos, da fruticultura e de indústrias de biocombustíveis como as tortas de dendê, amendoim, girassol tem recebido atenção para uso na suplementação animal, visto que apresentam significativas concentrações de proteína, nutriente de alto custo unitário e de muita importância para a manutenção e o desempenho produtivo dos bovinos (Correia, 2012), bem como, a redução dos custos com a alimentação, substituindo ingredientes convencionais (milho e soja) sem impactar negativamente (Alves et al., 2016).

1.3 Característica e utilização da torta de dendê em dietas para ruminantes

O dendezeiro ou também conhecida como palma de óleo africana (*Elaeis guineenses* Jacq), é uma planta perene pertencente ao gênero *Elaeis*, família Arecaceae, ordem Palmales e classe monocotiledônea. É uma palmeira originária da Costa Ocidental da África (Golfo do Guiné), trazida ao Brasil no século XVII, no período de tráfico de escravos africanos (Watkins, 2020), se adaptou às condições brasileiras e se tornou de importância econômica.

Do dendê é extraído o óleo, sendo utilizado para diversos fins na indústria de alimentos, cosméticos, higiene e limpeza, agroenergia e biocombustíveis. O Brasil ocupa a 9ª posição mundial na produção de óleo de palma sendo responsável por 395,000 toneladas /ano. O Pará é o maior produtor de óleo, seguido da Bahia e Roraima (SEDAP, 2020). O dendezeiro tem se destacado principalmente por apresentar frutos durante todo o ano, por ser uma cultura perene e pelo alto rendimento por área, chegando a produzir até 10 vezes mais óleo que o da soja (Oliveira et al., 2012).

Dois tipos de óleos podem ser extraídos das amêndoas do dendê, o óleo de palmiste e o óleo de dendê. O óleo de palmiste é extraído do endosperma (semente), enquanto o óleo de dendê é obtido a partir do mesocarpo (polpa do fruto) (Costa et al., 2011). A extração do óleo é realizada de duas formas: processo de extração por solvente e processo de extração mecânica. O primeiro processo utiliza solventes químicos, já o segundo consiste resumidamente na prensagem mecânica dos frutos por uma prensa contínua para a retirada do óleo (Souza et al., 2010).

A torta de dendê é o produto resultante da polpa seca do dendê, após moagem e extração do seu óleo e pode ser usada na alimentação de bovinos (Abd el Tawab & Khattab, 2018; Pimentel et al., 2015). Seu potencial para alimentação de ruminantes se dá por ser um coproduto industrial rico nutricionalmente, ter disponibilidade durante o ano e ser de baixo custo (Costa et al., 2011). Além disso, o seu uso na alimentação animal, reduz os lançamentos de resíduos agroindustriais descontrolado no meio ambiente (Cataneo et al., 2008). Segundo Furlan Júnior et al. (2006), para cada 100 toneladas de cachos de frutos processados, são obtidas 3 toneladas de torta de dendê.

A torta de dendê contém altos valores de proteína, óleo, fibra (Santana Filho et al., 2016), vitaminas e minerais (Pimentel et al., 2015), sendo especialmente, indicado na alimentação de bovinos de corte, nas dietas de terminação, em que maiores proporções de concentrado são utilizadas para aumentar a energia, a ingestão e a taxa de ganho de peso corporal em um curto período de tempo (Santana Filho et al., 2016; Visoná-Oliveira et al., 2015; Santos et al., 2016).

A composição bromatológica da torta de dendê pode ser afetada por alguns fatores, como, a fonte da amostra (semente ou mesocarpo), método de extração do óleo, fase de colheita e maturação dos frutos (Adesehinwa, 2007; Oliveira et al., 2013) ou até mesmo clima e solo, podendo variar com a região e época de produção (Paredes et al., 2020). Na Tabela 1, estão apresentados os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), matéria mineral (MM) e lignina da torta de dendê, de acordo com diversos autores.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da torta de dendê, de acordo com diversos autores.

Autores	MS ¹	PB ²	EE ³	FDN ⁴	MM ⁵	Lig. ⁶
Freitas et al. (2017) ⁸	94,85	14,70	10,26	75,51 ⁷	02,92	18,84
Ribeiro et al. (2018) ⁹	92,00	16,90	09,66	59,90 ⁷	03,23	13,60
Rodrigues et al. (2018) ⁸	92,81	14,30	10,11	64,20	03,10	19,10
Cruz et al. (2019) ⁹	93,50	12,40	18,60	55,90	02,74	14,60
Santos et al. (2019) ⁸	91,29	14,66	07,49	67,64 ⁷	06,85	19,83
Lisboa et al. (2021) ⁸	90,28	14,89	09,19	66,12	03,22	19,27
Omatoso et al. (2021) ¹⁰	93,80	18,44	06,82	64,41	09,04	17,94
Rodrigues et al. (2021) ⁹	90,84	15,75	07,40	54,81	08,70	13,88

¹Matéria Seca, ²Proteína Bruta, ³Extrato Etéreo, ⁴Fibra em Detergente Neutro, ⁵Matéria mineral,

⁶Lignina, ⁷Valores em porcentagem de FDN corrigida para cinzas e proteínas, ⁸Dados expressos em % de matéria seca, ⁹ Dados expressos em g/kg de matéria seca, ¹⁰ Dados expressos em g/100g de matéria seca.

O alto teor de fibra da torta de dendê pode reduzir o consumo e a digestibilidade da matéria seca e aumentar a ingestão de extrato etéreo e fibra em detergente neutro

(FDN) (Sanders et al., 2015; Santana Filho et al., 2016.; Santos et al., 2016) e, consequentemente, pode reduzir o desempenho do animal (Sanders et al., 2015; Santana Filho et al., 2016). Entretanto, quando utilizada em concentrações adequadas na dieta, a torta de dendê tem mostrado ser uma importante fonte de energia para ruminantes. No quadro 1, expõe-se pesquisas com a inclusão de torta de dendê na dieta para bovinos.

Quadro 1. Efeito dos diferentes níveis de torta de dendê incluídos na dieta de bovinos

Níveis	Resultados	Fonte
Torta de dendê na dieta nos níveis: 0%, 7%, 14%, 21% e 28% do total da dieta para bovino Holandês-Zebu.	Até 28% pode ser usado na dieta para substituir o milho e o farelo de soja sem afetar negativamente a digestibilidade e alterar o comportamento alimentar dos animais.	Ferreira et al. (2012)
Torta de dendê na dieta nos níveis: 0, 70, 140 e 210 g/kg da matéria seca para touros em confinamento.	Com a inclusão da torta de dendê, houve redução das taxas de alimentação e ruminação e consequentemente, redução no ganho médio diário em comparação a outros concentrados na dieta. No entanto, os atributos qualitativos da carcaça não foram afetados pelo uso da torta de dendê, sendo semelhantes aos outros concentrados, podendo assim, ser utilizada para substituí-los e reduzir custos.	Cruz et al. (2019)
Torta de dendê na dieta nos níveis: 0%, 8%, 16% ou 24% da matéria seca para vacas de descarte terminadas em confinamento.	16% foi o nível de torta de dendê na dieta mais adequado para a terminação em confinamento de vacas de descarte, influenciando positivamente na ingestão de nutrientes, digestibilidade, bem como o desempenho animal.	Santos et al. (2019)
Torta de dendê na dieta nos níveis: 0%, 8%, 16% e 24% da matéria seca para touros terminados em sistema de confinamento.	Os autores observaram que a torta de dendê pode ser incluída na dieta de touros terminados em confinamento em concentrações até 24% da matéria seca da dieta, pois não afeta o consumo de matéria seca ou comportamento alimentar.	Lisboa et al. (2021)
Torta de dendê na dieta nos níveis: 0%, 10%, 20%, 30% e 40% do total da dieta, para touros Bunaji em fase de terminação.	O nível de 30% de torta de dendê na dieta foi o mais adequado, pois proporcionou uma melhor conversão alimentar e melhor ganho de peso. Os autores observaram ainda, que o custo por Kg de ganho, foi maior com 0% de inclusão da torta de dendê e menor com 40%.	Sani et al. (2021)

Além dos aspectos produtivos, é crescente a preocupação com o efeito da gordura da carne para os consumidores. A dieta fornecida ao animal tem demonstrado afetar o perfil e a qualidade da gordura na carne (Alfaia et al., 2009, Shingfield et al., 2013). Os ácidos graxos da dieta, por exemplo, têm sido relacionados com o teor de lipídeos da carne (Vahmani et al., 2017). Entre os principais ácidos graxos, a torta de dendê é rica em ácidos graxos saturados (SFAs), principalmente os ácidos láurico e mirístico. Na tabela 2, os principais ácidos graxos encontrados na torta de dendê, de acordo com a literatura.

Tabela 2. Principais ácidos graxos encontrados na torta de dendê, de acordo com diversos autores.

Autores	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3
Abubakr et al. (2015) ¹	52,13	15,38	08,65	03,76	15,64	01,39	01,77
Oliveira et al. (2015a) ¹	47,40	16,66	07,99	02,85	13,84	02,64	0
Oliveira et al. (2015b) ¹	47,75	16,89	07,99	02,85	13,84	02,88	00,13
Freitas et al. (2017) ¹	37,75	19,51	11,76	04,22	19,70	03,28	00,17
Rodrigues et al. (2021) ²	36,20	195,2	117,5	42,20	197,6	32,60	01,02

Láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1 n-9), ácido linoleico (C18:2 n-6), ácido α -linolenico (C18:3 n-3). Os dados são expressos em: ¹ % e ² mg/g dos ácidos graxos totais da torta de dendê.

Os efeitos dos ácidos graxos da torta de dendê sobre a carne já foram observados em ovinos e caprinos (Abubakr et al., 2015; Freitas et al., 2017; Ribeiro et al., 2018), principalmente em função da dose fornecida na dieta. Freitas et al. (2017) observaram que o nível de ácido graxo palmítico (C16: 0) (ácido graxo saturado) diminuiu com o aumento da quantidade de torta de dendê no suplemento dietético para cordeiros. Os autores justificam essa redução com a diminuição do consumo de forragem pelos animais, já que a forragem apresenta maior teor de ácido palmítico em comparação com a torta de dendê. Abubakr et al. (2015), avaliando dietas à base de derivados de óleo de palma sobre diferentes perfis de ácidos graxos musculares em caprinos, observaram que cabras alimentadas com torta de dendê apresentaram maior concentração de um ácido graxo saturado, o ácido láurico (C12: 0), do que aqueles alimentados com outras dietas em todos os músculos testados. Os autores chegaram à conclusão que a torta de dendê pode ser incluída na dieta de cabras em até 80%, com efeitos mais benéficos do que prejudiciais no perfil de ácidos graxos de sua carne.

1.4 Sistemas de Alimentação e Composição Nutricional da Carne Bovina

Os sistemas de produção na pecuária de corte brasileira variam, devido às condições especialmente de solo e clima dos biomas em que a atividade é desenvolvida (Gomes et al., 2015). A classificação se dá com base no regime alimentar, onde se tem: sistema extensivo que tem como base alimentar pastagens nativas e ou cultivadas, sistema semi-intensivo onde além das pastagens é fornecida uma suplementação e o sistema intensivo onde além da pastagem de alta produtividade e suplementação é usado também o confinamento (Arantes, 2017; Cezar et al., 2005).

No Brasil, cerca de 95% dos criadores de bovino de corte tem adotado o sistema de alimentação em pastagens (Medeiros et al., 2015). Animais que são criados à pasto durante todo o ano de forma extensiva, tendem a ter melhor desempenho no período das chuvas devido maior disponibilidade de massa e qualidade de forragem nesta época e perdem desempenho no período seco devido à redução no crescimento das forrageiras e aumento de sua fração fibrosa, e assim, esse tipo de sistema possui baixa taxa de desfrute, maior idade ao abate e por consequência afeta até mesmo a qualidade da carne (Ferrari, 2016). Dessa forma, criadores de todo o Brasil no intuito de melhorar a eficiência e a produtividade tem adotado o confinamento, o semi-confinamento e a suplementação como estratégias para reduzir o ciclo de produção, obter carcaças melhores acabadas e por consequência realizar um uso mais sustentável da terra e dos recursos naturais (Lima, 2014).

A carne bovina é um alimento altamente nutritivo, independente do sistema em que foi produzida. No entanto, quando se fala de algumas propriedades nutricionais específicas, alguns alimentos ofertados ao animal podem representar algumas vantagens sobre a composição da carne (Batista et al., 2020).

A carne bovina está entre os alimentos preferidos pela maioria dos consumidores e oferece nutrientes essenciais e de alto valor biológico (Bragagnolo, 2001; Lopes et al., 2012). A carne bovina magra contém aproximadamente 75% de umidade, quantidade afetada pela variação da composição de lipídeos, 21 a 22% de proteínas, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidrato (Roça, 2000; Prado et al., 2011). No entanto, essas porcentagens podem variar de acordo com a idade do animal, genótipo, sexo, castração, manejo pré e pós-abate e alimentação (Prado et al., 2011), sendo que o último fator tem mostrado ter o maior impacto na composição da carne vermelha (Juárez et al., 2021).

O teor em proteínas com alto valor biológico é uma característica positiva da carne. São os componentes mais abundantes, depois do conteúdo de água. Segundo Koblitz (2011), as proteínas da massa muscular da carne são divididas em três classes: sarcoplasmáticas (30-35% do total de proteínas) que incluem a mioglobina (proteína associada à coloração vermelha das carnes), miofibrilares (52-56%) que incluem as proteínas responsáveis pela contração muscular e estromáticas (10 a 15%), que incluem as proteínas da musculatura esquelética como o colágeno e a elastina. Segundo Lobato & Freitas (2006), a carne é especialmente rica em isoleucina, lisina, triptofano, treonina, metionina, fenilalanina, valina, histidina. O equilíbrio de aminoácidos e a digestibilidade

têm sido usada para definir a qualidade da proteína em diferentes fontes alimentares (Juárez et al., 2021).

O alimento fornecido ao animal parece ter efeito direto sobre o teor de proteína da carne bovina. Ao avaliar a composição química da carne de tourinhos da raça Nelore, Ferrari et al. (2016) observaram que animais que se alimentaram de pastagens com diferentes alturas na fase de recria apresentaram teores de proteína semelhantes na carne, no entanto, na fase de terminação, o teor de proteína na carne foi maior quando os animais foram confinados. Os autores ressaltaram, que os animais terminados em confinamento recebiam o dobro de suplemento e, em consequência, maior proporção de proteína, com relação a animais terminados em pasto. Koutsidis et al. (2008), observaram que bovinos alimentados com silagem de capim apresentaram maiores níveis de aminoácidos livres em comparação com animais alimentados com uma dieta concentrada, e muitas concentrações de aminoácidos individuais também foram significativamente diferentes.

A carne é também uma importante fonte de minerais para humanos, tendo concentrações semelhantes em comparação com outros alimentos (Juárez et al., 2021). Dos minerais presentes na carne bovina, os que estão presentes em maior quantidade são: o potássio ($356 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), o fósforo ($199 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), o sódio ($63 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), magnésio ($22 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e o zinco ($4,33 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (Damodaran et al., 2010). As carnes vermelhas também são fontes de ferro mesmo em baixa quantidade ($2,13 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), no entanto, não menos importante, pois o ferro de origem animal é absorvido de 3 a 5 vezes mais rapidamente quando comparado com o obtido em alimentos de origem vegetal (Lawrie, 2004).

Dimov et al. (2012) encontraram níveis mais altos de ferro (Fe) na carne de novilhos alimentados na fase de terminação com dieta sem silagem de milho em comparação com bezerros terminados com dieta contendo a silagem. Os autores atribuíram o resultado ao maior teor de cobre encontrado na dieta sem silagem, em vista que, segundo Wyness et al. (2011), o cobre apresenta efeito sobre o metabolismo do Fe.

A gordura da carne é encontrada distribuída entre os músculos e intramuscular e essa gordura difere com relação ao perfil de ácidos graxos que conferem aos lipídeos as propriedades nutricionais e as características físico-químicas responsáveis pelos atributos sensoriais e pela conservação da carne. Em sua composição, a carne bovina apresenta maiores concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) e menores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGP) em comparação à gordura de não-ruminantes (Lopes et al., 2012). No tecido intramuscular são encontradas

menores deposições de AGS e de AGM e maiores de AGP (com maior concentração de ômega-6 em relação ao ômega-3). No intermuscular e subcutânea são encontradas maiores deposições de AGS e AGM e menor de AGP (Aldai et al., 2007).

De todos os ácidos graxos presentes na carne bovina, os mais encontrados são: os saturados C14:0 (ácido mirístico), C16:0 (ácido palmítico) e C18:0 (ácido esteárico); os monoinsaturados C16:1 (ácido Palmitoléico) e C18:1 (ácido oléico), e os poliinsaturados C18:2 (ácido linoléico), que são chamados de ácidos graxos ômega-6 (ω 6), C18:3 (ácido linolênico), que são os ácidos graxos ômega-3 (ω 3) e C20:4 (ácido araquidônico) (Moreira, 2013). Encontra-se também na carne bovina o ácido linoléico conjugado (CLA) (Menezes, 2014; Moreira et al., 2003). Na carne de bovinos da raça Alentejana, por exemplo, Alfaia et al. (2009), observaram que os ácidos graxos predominantes foram palmítico (18–23%) e esteárico (15–18%) como ácidos graxos saturados, ácido oleico (20–29%) como ácido monoinsaturado e o linoléico (10–13%) e araquidônico (2–4%) como polinsaturado.

O perfil lipídico da carne tem sido relacionado com os lipídeos da dieta (Vahmani et al., 2017). O sistema de alimentação tem influenciado tanto na quantidade quanto na qualidade dos lipídeos na carne bovina. Independente da composição genética, gênero, idade ou espécie, em estudos já relatados na literatura, há uma diferença significativa na composição de lipídeos na carne de animais alimentados em confinamento e pastagens. Carne de animais alimentados com pastagens apresentam teores totais de lipídeos tipicamente mais baixos em comparação com carnes de animais alimentados em confinamento (Alfaia et al., 2009; Garcia et al., 2008; Leheska et al., 2008; Ponnampalam et al., 2006). Esses animais apresentam carnes com relações mais favoráveis entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGP:AGS), maiores níveis de CLA (ácido linoleico conjugado) e uma relação mais favorável entre AGP ω 6: ω 3 (Daley et al., 2010; Lopes, 2012; Noviandi et al., 2012; De Freitas et al., 2014).

Nurnberg et al. (2005) avaliando o efeito de sistemas de terminação com animais alimentados com pastagem ou com concentrado na composição de ácidos graxos no músculo *longissimus dorsi*, mostraram que ocorre uma redução no conteúdo de gordura intramuscular ao substituir os ingredientes concentrados por forragem. Isso resultou em músculos com reduzido conteúdo de gordura intramuscular e, na porção lipídica, o efeito da alimentação à pasto foi positivo na composição de ácidos graxos, com valores de ômega-3 e ácido graxo conjugado mais elevado.

O colesterol é uma substância pertencente ao grupo dos lipídeos, sendo o componente principal das membranas animais do plasma. O colesterol é visto como maléfico a saúde, resultando em preocupação dos consumidores com o seu conteúdo de na carne vermelha (Li et al., 2005). No entanto, desempenha funções importantes, como: é um constituinte estrutural em todas as membranas celulares; participa da síntese da vitamina D3 e é precursor de dois grupos de compostos, que são os sais biliares (cólico, taurólico e glicólico, que promovem a digestão e absorção de gorduras) e os hormônios esteróides (Stryer et al., 2004).

Os ácidos graxos saturados aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea (Grundy e Denke, 1990). Os ácidos graxos *trans* oriundos do processamento e da hidrogenação, são considerados mais aterogênicos que os saturados, pois além de aumentarem o nível de LDL (Lipoproteínas de densidade baixa -Low-density lipoproteins, o “mal colesterol”), diminuem o nível de HDL (Lipoproteínas de densidade alta - High-density lipoproteins, o “bom colesterol”). Já os ácidos graxos poliinsaturados *cis* são benéficos uma vez que reduzem agregações das plaquetas e os triacilgliceróis e, conseqüentemente, o risco de doenças cardíacas (Kinsella et al., 1990).

Na carne bovina, embora seja um componente quantitativamente menor, o colesterol aparece em todo tecido animal na forma livre ou esterificada com um ácido graxo (AG) (Marques et al., 2006). As médias relatadas de colesterol em carnes variam largamente e essas variações são atribuídas a fatores como dieta, idade, sexo, espécie, raça, ambiente, estação do ano, quantidade de gordura, localização anatômica do músculo, método de cozimento e método analítico (Bragagnolo, 1996).

Dos fatores citados acima, o fator dieta sobre o nível de colesterol da carne tem sido estudado. Rule et al. (2002) relataram redução no teor de colesterol de bifes de carne de animais terminados com capim em comparação com grãos. Os autores compararam ainda, o conteúdo de colesterol dos músculos em diferentes espécies (bisões, alces e bovinos) criados com diferentes sistemas de terminação, e observaram que o conteúdo de colesterol era mais baixo no *longissimus dorsi* de bisões criados em confinamento em comparação com outras espécies.

Janssen et al. (2021) também observaram que o sistema de acabamento com grãos produziu bifes com maior teor de colesterol em comparação com os animais terminados com capim. O conteúdo de colesterol foi de 54 e 51 mg/100 g para novilhas terminadas em grão e capim, respectivamente.

1.5 Perfil de Ácidos Graxos da Carne de Bovinos Confinados e à Pasto

Em ruminantes, a alta natureza saturada dos lipídeos ocorre principalmente devido a biohidrogenação dos ácidos polinsaturado pelas bactérias ruminais (Doreau et al., 2016; Holanda et al., 2011). Quando os ruminantes se alimentam de forragens ou grãos, acabam por ingerir também os ácidos graxos insaturados (AGI). Esses ácidos apresentam toxidez a um grupo de microrganismos ruminais, e logo, precisam ser convertidos de AGI para AGS, onde estes são menos prejudiciais aos microrganismos (Ladeira & oliveira, 2006). Os AGS sofrem hidrogenação parcial pela microbiota ruminal, que resulta nessa conversão, fato que confere baixa razão ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGP) / (AGS) na carne de ruminantes (Bridi et al., 2011), porém, permite a sobrevivência dos microrganismos no rúmen como a da bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, que é a maior responsável por este processo (Maia et al., 2010).

Primeiro ocorre a hidrólise dos ácidos graxos (pelas enzimas lipolíticas microbianas) provenientes da dieta, resultando em ácidos graxos na forma não esterificada (“livres”), glicerol e em menor quantidade galactose. Em seguida a biohidrogenação (adição de um íon hidrogênio em uma dupla ligação) dos polinsaturados, que é feita por microrganismos no rúmen, resultando na produção de ácidos graxos saturados, principalmente o ácido esteárico. Os ácidos insaturados que têm 18 carbonos (18:1, 18:2 e 18:3,) ou 16 carbonos (16:1) se transformarão em ácido esteárico (18:0) e palmítico (16:0), respectivamente (Holanda et al., 2011).

Com a formação de ácidos graxos livres tem-se início a síntese do ácido graxo linoléico conjugado (CLA), devido a isomerização dos ácidos graxos insaturados, cujo processo consiste na conversão dos isômeros nativos cis em isômeros trans, com mudança de posição da dupla ligação, que depois vão sofrer biohidrogenação pelas bactérias ruminais até a transformação a ácido esteárico (Holanda et al., 2011).

Se por um lado, os ácidos graxos insaturados (desejáveis) são transformados em saturados, por outro lado, o processo de biohidrogenação não é 100% completo para todos os poliinsaturados, alguns como o ácido linoléico, linolênico e produtos intermediários, tais como ácidos linoléico conjugados e trans-11 C18:1 (ácido transvacênico), alcançam o duodeno e são absorvidos e, após a absorção, estão disponíveis para incorporação nos tecidos (Holanda et al., 2011; Kim et al., 2009). Intermediários de biohidrogenação específicos, como ácidos linoléicos conjugados (CLA) e ácido vacênico (VA, trans-11 18: 1) estão associados com vários benefícios para a saúde, incluindo efeitos

antiinflamatórios e antidiabéticos (Vahrmani et al., 2020). Assim, das metas para a manipulação do alimento para bovinos, incluem o aumento do conteúdo de intermediários de biohidrogenação, como CLA e VA (Vahrmani et al., 2020) e redução do conteúdo de ácido graxo saturado (Smith et al., 2020).

O principal substrato de ácidos graxos para biohidrogenação em animais à pasto é o ácido linolênico, porque é o ácido graxo mais abundante presente em glicolipídeos e fosfolipídeos de gramíneas e outras forragens (Lourenço et al., 2010), já os alimentos concentrados (grãos e oleaginosas) possuem maiores teores de ácido linoleico (Nurnberg et al., 1998) que se tornam o principal substrato para a biohidrogenação nos animais que recebem essa dieta.

Rossato et al. (2009) avaliaram a influência da alimentação à pasto em animais da raça Nelore e Angus e, como resultado, encontraram na gordura intramuscular de animais Nelore maior deposição de C18:2n-6, C18:3n-3, bem como maior deposição de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação (C18:1 trans e C18:2 trans 11). Segundo os autores, esses resultados sugerem duas alternativas de resultados na raça Nelore, ou houve maior aporte nas quantidades de C18:2 n-6 e C18:3 n-3, seguido de maior produção de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação, ou maior quantidade de C18:2n-6 e C18:3n-3 passou no rúmen sem sofrer biohidrogenação, acompanhada de maior biohidrogenação incompleta.

Em alguns estudos tem-se observado que alimentar bovinos de corte com uma dieta à base de grãos como o milho aumenta a quantidade de ácido oleico e / ou relação AGMI: AGS em músculo e tecido adiposo (Brooks et al., 2011; Li et al., 2018; Smith et al., 2012).

Leheska et al. (2008) relataram ainda que bifes de bovinos alimentados com grãos continham mais lipídeo intramuscular (% IML) do que bifes de gado alimentado com pasto (4,4 vs 2,8% IML, respectivamente), confirmando que a alimentação com pastagem reduz o marmoreio. A carne de gado alimentado com pasto contém elevados níveis de ácido graxo trans e também continha maiores quantidades de AGS, o último resultando em um AGMI: AGS inferior (Brooks et al., 2011; Leheska et al., 2008).

De Smet & Vossen (2016) relataram que, para ruminantes, os níveis de ácidos graxos n-3 eram 47% maiores na carne orgânica (provavelmente devido às dietas à base de pastagem / forragem) do que na carne bovina convencional. Da mesma forma, Leheska et al. (2008) observaram que a carne moída produzida a partir de gado alimentado com

capim e grãos continha 676 e 207 mg ácido α -linolênico/100 g de ácidos graxos totais, respectivamente.

1.6 Ácidos Graxos Ômega 3 e Ômega 6

Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 são considerados essenciais devido à incapacidade do organismo de sintetizá-los, devendo ser adquiridos através da dieta (Scollan et al., 2006). As famílias ômega-6 e ômega-3 são poliinsaturados contendo de 18 a 22 carbonos representados pelos ácidos graxos linoleico (C18:2 ω 6) e α -linolênico (C18:3 ω 3), são formadas por ácidos graxos que apresentam insaturações, contadas a partir do grupo metil terminal, separadas apenas por um carbono metilênico, com a primeira insaturação no sexto e terceiro carbono, respectivamente (Martin et al., 2006) .

Os ácidos graxos ômega-3 podem ajudar a prevenir ou tratar uma variedade de doenças, como câncer, artrite, depressão, mal de Alzheimer, dentre outras. Os ômega-6 participam da estrutura de membranas celulares, interferem na viscosidade do sangue, reação inflamatória e funções plaquetárias. No entanto, os ômega-6 é encontrado em vários alimentos que consumimos diariamente. Quando consumido em excesso, os ômega-6 gera um desequilíbrio na proporção ômega 6: ômega 3, tornando-se próinflamatório e podendo ser um fator agravante para doenças metabólicas (Ximenes, 2009).

1.7 Ácido graxo linoleico conjugado

Outro ácido graxo benéfico presente na carne de bovinos é o ácido linoleico conjugado (CLA) encontrado apenas em produtos de origem animal (carne e laticínios) e não produzido pelo organismo humano. O CLA é o conjunto de isômeros geométricos do ácido linoleico que tem propriedades bioativas distintas (anticarcinogênicas, hipocolesterolêmica, combate a obesidade e participa na modulação do sistema imune), sendo originário da biohidrogenação dos ácidos linoleico e linolênico no rúmen (Holanda et al., 2011). CLA é um termo genérico utilizado para referir a posições e geometria dos isômeros do ácido linoleico com uma dupla ligação.

Existem nove diferentes isômeros do CLA, sendo o mais abundante, além de ser a forma biologicamente ativa, a isoforma cis-9, trans-11 C18:2 que representa cerca de aproximadamente 75 a 90% CLA na gordura intramuscular e subcutânea de bovinos

(Evans et al., 2002), e o segundo, é o isômero trans-10, cis-12, C18:2 (Kim et al., 2009). Os ruminantes possuem elevados teores de C18:2 cis-9 trans-11 pelo fato de ser este um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico.

Fatores intrínsecos aos animais, como raça, sexo e idade e dieta podem influenciar o conteúdo de CLA nos produtos de animais ruminantes (De La Torre et al., 2006), porém, a dieta é a que desempenha o papel mais importante (Schmid et al., 2006). Segundo alguns estudos, a carne de bovinos à pasto tem mais ácido linoleico conjugado em proporção aos ácidos graxos totais que a carne de bovinos com dieta baseada principalmente em grãos (Alfaia et al., 2009; Oliveira, 2012).

Fernandes et al. (2009) observaram que a dieta com cana-de-açúcar e grãos de girassol proporcionaram maiores teores de ácido linoleico e CLA muscular dos animais em relação à dieta convencional, com silagem de milho. Segundo os autores, o aumento na concentração de CLA, provavelmente, esteve relacionado à inclusão de grãos de girassol, que tem grande concentração de ácido linoleico; e à utilização da cana-de-açúcar como volumoso. Essa combinação de ingredientes na dieta dos animais aumentou a síntese de CLA, como produto intermediário da hidrogenação do ácido linoleico.

Alfaia et al. (2009) avaliando a composição dos ácidos graxos da carne de bovinos (raça Alentejana) submetidos a quatro sistemas de alimentação (confinamento, apenas à pasto, alimentados à pasto e terminados com concentrado por dois meses e terminados com concentrado por quatro meses), observaram que o sistema de alimentação teve um grande impacto no perfil de 27 dos 36 ácidos graxos analisados na carne e 10 de 14 isômeros dos ácidos linoleico conjugado ALC. Os autores observaram que a gordura da carne de animais alimentados no pasto teve uma qualidade nutricional superior em relação aos bovinos alimentados com concentrado, com teores de ácidos graxos polinsaturados maiores.

A alimentação de bovinos à pasto favorece uma melhor razão de ácidos bons na composição da fração lipídica dos bovinos em comparação ao confinamento (Bressan et al., 2011; Garcia et al., 2008) tendo esses animais, uma carne mais saudável e mais interessante para atender as exigências dos consumidores. Este fato torna o Brasil privilegiado no mercado, já que, como mencionado anteriormente, cerca de 95% da carne produzida no Brasil, vem de bovinos terminados à pasto.

1.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC (2015). **Anuário da Pecuária Brasileira**. 20th ed. Instituto FNP, São Paulo, SP, Brasil.

ARANTES, A. E. **Caracterização biofísica e potencial à intensificação sustentável da pecuária brasileira em pastagens**. 2017. 136p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

ABD, E.L.; TAWAB, A.M.; KHATTAB, M.S.A. Utilization of polyethylene glycol and tannase enzyme to reduce the negative effect of tannins on digestibility, milk production and animal performance. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.13, p.201-209, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS – ABIEC. **Beef Report 2020, Perfil da pecuária no Brasil**. (2020). Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>> Acesso em 21 Abr.2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FRIGORÍFICOS – ABRAFRIGO. **Exportação de carnes e derivados de bovinos-Janeiro a Dezembro/2020**. (2020). Disponível em: <<http://www.abrafrigo.com.br/index.php/estatisticas/>> Acesso em 21 de Abr. 2021.

ABUBAKR, A.; ALIMON, A.; YAAKUB, H.; ABDULLAH, N.; IVAN, M. Effect of Feeding Palm Oil By-Products Based Diets on Muscle Fatty Acid Composition in Goats. **Plos One**, v.10, e0119756, 2015.

ADESEHINWA, A.O.K. Utilization of palm kernel cake as a replacement for maize in diets of growing pigs: Effects on performance, serum metabolites, nutrient digestibility and cost of feed conversion. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v.13, p.593-600, 2007.

AKINYEYE, R.O.; EMMANUEL, I.A.; OLAYINKA, F.; ADEDUNKE, A. Physico-chemical properties and anti-nutritional factors of palm fruit products (*Elaeis guineensis* Jacq.) from Ekiti State Nigeria. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry's**, v.10, p.2190-2198, 2011.

ALDAI, N; NÁJE, R.A.I.; DUGAN, M.E.R.; CELAYA, R.; OSORO, K. Characterisation of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups. **Meat Science**, v. 76, p.682-691, 2007.

ALFAIA, C.M.; ALVES, S.; MARTINS, S.; COSTA, A.S.; FONTES, C.; LEMOS, J.P.; BESSA, R.; PRATES, J. Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. **Food Chemistry**, v.114, p.939-946, 2009.

ALVES, K.R.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A.; GUERRA, G.L.; PAIVA, F.H.P.; HENZ, E.L. Carcass characteristics, meat quality, feeding behavior of Nelore heifers fed diets containing sunflower pie. **Acta Scientiarum**. v. 38, n. 2, p. 183-190, 2016.

ARANTES, A. E. **Caracterização biofísica e potencial à intensificação sustentável da pecuária brasileira em pastagens**. 2017. 136p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

BATISTA, P.; NETO, S.G.; QUADROS, D.; ARAÚJO, G.; SOUZA, C.G.; SABEDOT, M. Qualitative traits of the meat of Nellore steers supplemented with energy and protein in an integrated crop–livestock system. **Animal Production Science**, v. 60, p.464-472, 2020.

BRAGAGNOLO, N. Fatores que influenciam os níveis de colesterol nos alimentos. In: Seminário “Colesterol”: Análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde, 1996, Campinas. **Trabalhos...** Campinas-SP: Centro de Química e Alimentos e Nutrição Aplicado ITAL, 1996. p. 67-73.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. **2º Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. p. 393 - 402. 2001.

BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.1, p.5-14, 2005.

BRANDÃO, L. G. N.; PEREIRA, L. G. R. P.; AZEVEDO, J. A. G.; SANTOS, R. D.; ARAÚJO, G. G. L.; DÓREA, J. R. R.; NEVES, A. L. A. Efeitos de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coproduto do desfibramento do sisal. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2991-3000, 2013.

BRESSAN, M.C. ROSSATO, L.V.; RODRIGUES, E.C.; ALVES, S.P.; BESSA, R.J.B.; RAMOS, E.M.; GAMA, L.T. Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on either pasture or grain. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 221-232, 2011.

BRIDI, A. M.; CONSTANTINO, C.; TARSITANO, M. A. Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto. **Simpósio de Produção Animal à Pasto**, p.18. 2011.

BROOKS, M. A.; CHOI, C. W.; LUNT, D. K.; KAWACHI, H.; SMITH, S. B. Subcutaneous and intramuscular adipose tissue stearoyl-coenzyme a desaturase gene expression and fatty acid composition in calf-and yearling-fed Angus steers. **Journal of Animal Science**, v.89, 2556-2570, 2011.

CANTO, M.W.; HOESCHL, A. R.; BONA FILHO, A.; MORAES, A.; GASPARINO, E. Características do pasto e eficiência agrônômica de nitrogênio em capim-Tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. **Revista Ciência Rural**, v. 43, p. 682-688, 2013.

CARRIJO JUNIOR, O.A.; MURAD, J.C.B. **Animais de Grande Porte I**. Brasília: NT Editora, 2016. 146p.

CARVALHO, T.B.; ZEN, S. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista iPecege**, v. 3, p.85-99, 2017.

CATANEO, C. B.; CALIARI, V.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, p. 93-102, 2008.

CEZAR, I. M.; QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. R.L. S.; CASSALES, F. L. G.; COSTA, F. P. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate**. (2005). Disponível em: <https://old.cnpqg.embraapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/doc151.pdf> Acesso em 12 de maio de 2021.

CORREIA, B. R.; OLIVEIRA, R. L.; JAEGER, S. M. P. L.; BAGALDO, A. R.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, G. J. C.; LIMA, F. H. S.; OLIVEIRA, P. A. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de novilhos alimentados com tortas do biodiesel. **Archivos de Zootecnia**, n.61, v.233, p. 79-89, 2012.

COSTA, D. A.; COLODO, J. C. N.; FERREIRA, G. D. G.; ARAÚJO, C. V.; MOREIRA, G. R. Uso da torta de dendê na alimentação de ruminantes. **Arquivos de Ciência, Veterinária e Zoologia**, v. 14, p. 133-137, 2011.

COSTA, D.A.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; FERREIRA, G.D.G.; DOS SANTOS, N.F.A.; GARCIA, A. R.; MONTEIRO, E.M.M. Avaliação nutricional da torta de dendê para suplementação de ruminantes na Amazônia oriental. **Revista Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, 2009.

COSTA, D. A.; COLODO, J. C. N.; FERREIRA, G. D. G.; ARAÚJO, C. V.; MOREIRA, G. R. Uso da torta de dendê na alimentação de ruminantes. **Arquivos de Ciência, Veterinária e Zoologia**, v. 14, p. 133-137, 2011.

CRUZ, C.H.; SILVA T.M.; SANTANA FILHO, N.B.; LEÃO, A.G.; RIBEIRO, O.L.; CARVALHO, G.G P.; BEZERRA, L.R.; OLIVEIRA, R.L. Effects of palm kernel cake (*Elaeis guineensis*) on intake, digestibility, performance, ingestive behaviour and carcass traits in Nellore bulls. **The Journal of Agricultural Science**, v.156, p.1-8, 2019.

DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Journal of Nutrition**, v.9, p.10, 2010.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010. 900p.

DE FREITAS, A.; LOBATO, J.F.P.; CARDOSO, L.L.; TAROUCO, J.U.; VIEIRA, R.M.; DILLENBURG, D.R.; CASTRO. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in Southern Brazil. **Meat Science**, v. 96, p.353-360, 2014.

DE LA TORRE, A.; GRUFFAT, D.; DURAND, D.; MICOL, D.; PEYRON, A.; SCISLOWSKI, V.; BAUCHART, D. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Science**, v.73, n.2, p.258-268, 2006.

DE SMET, S.; VOSSEN, E. Meat: The balance between nutrition and health. **Meat Science**, v.120, p.145–146, 2016.

DIMOV, K.; KALEV, R.; PENCHEV, P. Effect of finishing diet with excluded silage on amino-acid, fatty-acid, and mineral composition of meat (*M. Longissimus Dorsi*). **Journal of Agricultural Science**, v.18, p.288-295, 2012.

DOREAU, M.; MEYNADIER, A.; FIEVEZ, V.; FERLAY, A. Ruminant metabolism of fatty acids: Modulation of polyunsaturated, conjugated, and trans fatty acids in meat and milk. *In*: DOREAU, M.; MEYNADIER, A.; FIEVEZ, V.; FERLAY, A. **Handbook of Lipids in Human Function**. Amsterdam: Editora Elsevier, 2016, cap.19, p. 521-542.

EVANS, M.E.; BROWN, J.M.; MCINTOSH, M.K. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v.13, p.508-516, 2002.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; OLIVEIRA, R.V.; LEONEL, F.R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 328-337, 2009.

FERRARI A.C. **Qualidade da carne de bovinos recriados em pastagens associada a suplementação e terminação à pasto ou no confinamento**. 2016. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal.

FERREIRA, A.C.; OLIVEIRA, R.L.; BALGADO A.R, CARVALHO G.G.P, SANTOS R.N.V.; OLIVEIRA P.A. Intake, digestibility and intake behaviour in cattle fed different levels of palm kernel cake. **Revista MVZ Córdoba**, v.17, p.3105-3112, 2012.

FREITAS, T.B.; FELIX, T.L.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; SILVA, H.G.O.; MOREIRA, B.S. Effects of increasing palm kernel cake inclusion in supplements fed to grazing lambs on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 71-80, 2017.

FURLAN JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, R. F.; TEIXEIRA, L. B. **Compostagem de engaços de dendê em processo de revolvimento mecanizado**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 3p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 156.

GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; SANCHO, A.M.; LATIMORI, N.J.; KLOSTER, A.M.; AMIGONE, M.A.; CASAL, J.J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**. v.79, p.500-8, 2008.

GOMES, R. da C.; NUNEZ, A. J. C.; MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. de. Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação à pasto, semiconfinamento e confinamento. *In*: MEDEIROS, S. R. de.; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**: Brasília: Editora Embrapa, 2015. Cap.9, 22 p.

GRUNDY, S.M.; DENKE, M.A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. **Journal Lipid Research**, v. 31, p. 1149-1172, 1990.

GUERRA, I.; BIESEK S.; ALVES L.A. **Estratégias de Nutrição e Suplementação No Esporte**. 3. ed. Barueri: Manole, 2015, 460p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatística da Produção Pecuária** (2020). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca_catalogo?view=detalhes&id=72380
Acesso em: 03 de mai. 2021

HAUTRIVE, T.P.; MARQUES, A.C.; KUBOTA, E.H. Avaliação da composição centesimal, Colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 23, p. 327-34, 2012.

HOLANDA, M.A.C.; HOLANDA, M.C.R.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F. Suplementação dietética de lipídeos na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. **Acta Veterinária Brasilica**, v.5, p.221-29, 2011.

JANSSEN, J.; CAMMACK, K.; LEGAKO, J.; COX, R.; GRUBBS, J.K.; UNDERWOOD, K.; HANSEN, J.; KRUSE, C.; BLAIR, A. Influence of Grain- and Grass-Finishing Systems on Carcass Characteristics, Meat Quality, Nutritional Composition, and Consumer Sensory Attributes of Bison. **Foods**, v.10, p.1060, 2021.

JUÁREZ, M.; LAM, S.; BOHRER, B.M.; DUGAN, M.E.R.; VAHMANI, P.; AALHUS, J.; JUÁREZ, A.; LÓPEZ-CAMPOS, O.; PRIETO, N.; SEGURA, J. Enhancing the Nutritional Value of Red Meat through Genetic and Feeding Strategies. **Foods**, v.10, p.872, 2021.

KIM, E.J.; HUWS, A.S.; LEE, M.R.F.; SCOLLAN, N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **Journal of Animal Science**, v.22, p.134-150, 2009.

KINSELLA, J.E.; LOKESH, B.; STONE, R.A. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amlioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 52, p. 1-28, 1990.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias- primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 301 p.

KOUTSIDIS, G.; ELMORE, J.S.; ORUNA-CONCHA, M.J.; CAMPO, M.M.; WOOD, J.D.; MOTTRAM, D.S. Water-soluble precursors of beef flavour: I. Effect of diet and breed. **Meat Science**, v.79, p.124–130, 2008.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA, R. L. Estratégias nutricionais para melhoria da Carcaça Bovina. **II SIMBOI**. 13p. 2006, Brasília-DF

LAWRIE R.A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed; 2004, 384p.

LEHESKA J.M.; THOMPSON L.D.; HOWE J.C.; HENTGES E.; BOYCE J.; BROOKS J.C.; SHRIVER B.; HOOVER L.; MILLER M.F: Effects of conventional and grass-feeding systems on the nutrient composition of beef. **Journal Animal Science**, v.87, p. 1384-1393, 2008.

LI, D.; SIRIAMORNUN, S.; WAHLQVIST, M.L.; MANN, N.J.; SINCLAIR, A.J. Lean meat and heart health. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.14, p.113-119, 2005.

LI, X. Z.; YAN, Y.; YAN, C. G.; GAO, Q. S.; CHOI, S. H.; SMITH, S. B. Adipogenic/lipogenic gene expression and fatty acid composition in chuck, loin, and round muscles in response to grain feeding of Yanbian yellow cattle. **Journal of Animal Science**, v.96, p.2698-2709, 2018.

LIMA, B. S. **Suplementação de alto consumo na terminação de tourinhos nelore em pastagem de B. brizantha cv. Marandu**. 2014, 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

LISBOA, M. M. **Torta de dendê em dietas de touros azebuados terminados em confinamento**. 2015. 84 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

LISBOA, M.M.; SILVA, R.R.; DA SILVA, F.F.; PEREIRA, M.M.S.; COSTA, G.D.; MENDES, F.B.L.; DE SOUZA, S.O.; SANTOS, M.D.C.; RODRIGUES, L.B.O.; ALBA, H.D.R.; DE CARVALHO, G.G.P. Feeding behavior of feedlot-finished crossbred bulls fed palm kernel cake. **Tropical Animal Health and Production**, v.1, p.186-192, 2021.

LOBATO, J. F. P.; FREITAS, A. K. Carne bovina: mitos e verdades. Pecuária Competitiva *In: Diretoria da Federacite. (Org.). Pecuária Competitiva*. Porto Alegre: Ideograf Editora e Gráfica, 2006, v. XIV, p. 93-115.

LOPES, L.S.; LADEIRA M.M.; MACHADO NETO O.R.; MENDES E.M.; VEIGA, P.R.P.; CHIZZOTTI, M.L.; GUERREIRO, M.C. Composição química e de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi* e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.978-985, 2012.

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R.J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**. v.4, p. 1008-1023, 2010.

MAIA, M.R.G.; CHAUDHARY, L.C.; BESTWICK, C.S.; RICHARDSON, A.J.; MCKAIN N.; LARSON T.R.; GRAHAM, I.A & WALLACE, R.J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BMC Microbiol**.v.10, p.1-10, 2010.

MACIEL, R. P.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, V. L.; CUNHA, O. F. R.; PAIVA, J.; RESTLE, J.; MENDES, C. Q.; LOBO, R. N. B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.698-706, 2012.

MACOME, F. M.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; LEAL, G. G.; BARBOSA, L. P.; SILVA, M. C.A. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed diets containing different levels of palm kernel cake. **Journal MVZ Cordoba**, v.16, p.2659-2667, 2011.

MANO, D.S.; BRANCO, A.F.; CONEGLIAN, S. M.; BARRETO, J. C.; CARVALHO, S. T.; OLIVEIRA, M. V. M.; GOES, R. H. T. B. Monensina sódica e óleo funcional como aditivo em suplemento protéico-energético para novilhas em pastejo. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, p. 96-104. 2017.

MARQUES, J.A.; Prado, I.N.; do Prado, J.L.M.M.; Prado, J.M.; Macedo, L.M.A.; Souza, N.E.; Matsushita, M. Características físico-químicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1514-1522, 2006.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISANTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISANTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, p.761-770, 2006.

MARTINS, L.F.D. Torta de dendê em dietas para vacas lactantes confinadas. 2016. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

MENEZES, L.F.G.; JOÃO; R.; RESTLE, J.; KOZIOSKI, V.G.; BRONDANI, I.L..ARBOTITTE, Z.M.; SILVEIRA, M.F.; NÖRNBERG, J. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados sob diferentes sistemas de alimentação **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, 2014, pp. 3273-3285.

MEDEIROS, S.R, GOMES, R.C, BUNGENSTAB, D.J. **Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações**. Brasília: Embrapa, 2015. 178p

MOREIRA, S. M.; CONTO, L.; RIBEIRO, L. A.; COSTA, R. F. Carne vermelha x saúde humana. **XVIII Seminário Internacional**. Unicruz 4p. 2013.

MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, p. 609- 616, 2003.

NAVOLAR, F. M. N.; DE PAULA, G. R.; PEREIRA, T. P. S. Bem-estar em animais de produção. **Ciência Veterinária UniFil**, v. 1, 2018.

NOVIANDI, C.T.; WARD, R.E.; ZOBELL, D.R.; STOTT, R.D.; WALDRON, B.L.; PEEL, M.D.; EUN, J.-S. Fatty acid composition in adipose tissue of pasture- and feedlot-finished beef steers. **Professional Animal Scientist**, v.28, p.184-193, 2012.

NURNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v.56, p.145-56, 1998.

OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; LIMA, L. S.; BORJA, M. S.; CORREIA, B. R.; COSTA, J. B.; LEÃO, A. G. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, p.881-892, 2011.

OLIVEIRA, R. L.; LEÃO A.G.; RIBEIRO, O. L.; BORJA, M. S.; PINHEIRO, A.A.; OLIVEIRA, R.L.; SANTANA, M.C.A. Biodiesel by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuárias**, v. 25, p. 627-638, 2012.

OLIVEIRA, M. V.; GONÇALVES, M. F.; MARTINS, J. M. S.; MOHALLEM, R. F. F.; FERREIRA, I. C. Torta de dendê na alimentação de ruminantes. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**. v. 9; p. 2029, 2013.

OLIVEIRA, R.; FARIA, M.; SILVA, R.; BEZERRA, L.; CARVALHO, G.; PINHEIRO, A.; SIMIONATO, J.; LEÃO, A. Fatty Acid Profile of Milk and Cheese from Dairy Cows Supplemented a Diet with Palm Kernel Cake. **Molecules**, v. 20. p. 15434-15448, 2015a.

OLIVEIRA, R.L.; NETO, S. G.; DE LIMA, F.H.S; DE MEDEIROS, A.N.; BEZERRA, L.R.; PEREIRA, E.S.; BAGALDO, A.R.; DE PELLEGRINI, C.B; CORREIA, B.R. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. **Animal Science Journal**, v.87, p. 2015b.

OMOTOSO, S.O.; AJAYI, F.T.; KENNETH-OBOSI, O.; OLADELE-BUKOLA, M.O. Nutritional potential of kenaf grain meal as a replacement for palm kernel cake in cassava peel-based concentrate for sheep. **Agricultura Tropica et Subtropica**, v.54, p.174-183, 2021.

ONIFADE, A.A.; BABATUNDE, G.M. Comparison of the utilisation of palm kernel meal, brewers' dried grains and maize offal by broiler chicks. **British Poultry Science**, v.39, p.245-250, 1998.

PAREDES, E.; HERRERA, M.; RODRÍGUEZ, H.; CARLOS.; PAREDES, M.; GARCIA, A.; MARTÍNEZ, G.; PERTIÑEZ, M.; GUZMÁN, J.; GUERRERO, G. Bromatological composition of palm kernel meal according to its origin and production periods potential use of palm kernel meal in animal feed. **Journal of oil palm research**, v.32, p.639-646, 2020.

PRADO, I. N.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO. J. J. S.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. A.; ITO, R. H.; PEROTTO, D. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 1461-1476, 2011.

PONNAMPALAM, E.N.; MANN, N.J.; SINCLAIR, A.J. Effect of feeding systems on omega-3 fatty acids, conjugated linoleic acid and trans fatty acids in Australian beef cuts, potential impact on human health. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.15, p.21-9, 2006.

PIMENTEL, L.R.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; SCHIO, A.R.; RODRIGUES, E.S.O.; OLIVEIRA, P.A. Feeding behavior of lactating cows fed palm kernel cake in the diet. **Acta Scientiarum**, v. 37, p. 83-89, 2015.

PITOMBO, R.S.; SOUZA, D.D.N.; RAMALHO, R.O.S.; FIGUEIREDO, A.B.A.; RODRIGUES, V.C.; FREITAS, D.D.G.C.; FERREIRA, J.C.S. Qualidade da carne de bovinos superprecoce terminados em confinamento. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v.65, p.1203-1207, 2013.

PRADO, I.N.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M.V.; MARQUES, J.A.; ITO, R.H.; PEROTTO, D. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 1461-1476, 2011.

RIBEIRO, R.D.X.; OLIVEIRA, R.L.; MACOME, F.M.; BAGALDO, AR.; SILVA, M. C.A.; RIBEIRO, C.V.D.M.; CARVALHO, G.GP.; LANNA, D. P.D. Meat quality of lambs fed on palm kernel meal, a by-product of biodiesel production. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.24, p.1399-1406, 2011.

RIBEIRO, R.D.X.; OLIVEIRA, R.L.; OLIVEIRA, R.L.; DE CARVALHO, G.G.P.; MEDEIROS, A.N, CORREIA, B.R.; SILVA, T.M.; BEZERRA, L.R. Palm kernel cake from the biodiesel industry in diets for goat kids. Part 1: Nutrient intake and utilization, growth performance and carcass traits. **Small Ruminant Research**, v.165, p.12–23, 2018.

RODRIGUES, E.S.O.R. Torta de dendê em dietas para vacas lactantes em pastejo. Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga-BA, 80p. 2018.

RODRIGUES, T.C.G.C.; SANTOS, S.A.; CIRNE, LG.A.; DOS S. PINA D.; ALBA, H. D.R.; de ARAÚJO, M.L.GM. L.; SILVA, W.P.; NASCIMENTO C.O.; RODRIGUES C. S.; DE CARVALHO G.G.P. Palm kernel cake in high-concentrate diets improves animal performance without affecting the meat quality of goat kids. **Animal Production Science**, v.62, p.78-89, . 2021.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. (2001). Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2321114/mod_resource/content/1/carnes.pdf> Acesso em 28 de Mai. 2021.

ROSA, MENEZ, J.R.; CORREIA, R.M.; DA COSTA, T.D.F.; SILVA, W.M.; CAMPOS, G. Análise da pecuária de corte no sudeste do Brasil: Comparativo dos dois últimos censos (2006-2017). **Revista Científica da AJES**, v. 9, p. 46 – 58, 2020.

ROSSATO, L.V.; BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; CAROLINO, M.I.A.C.M.; BESSA, R.J.B.; ALVES, S.P.P. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1841-1846, 2009.

RULE, D.C.; BROUGHTON, K.S.; SHELLITO, S.M.; MARIORANO, G. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef, elk, and chicken. **Journal Animal Science**, v.80, p.1202-1211, 2002.

SANDERS, D.M.; CALMON, T.C.B.S.; OLIVEIRA, R.L.; PINTO, L.F.B.; ESTRELA-LIMA, A.; OLIVEIRA, R.L.; SILVA, T.M.; RIBEIRO, R.D.X. Histomorphometrics of the ruminal epithelium of ½ blood Bôer goats submitted to diets with pies from the production of biodiesel. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, p.433-440, 2015.

SANI, R.T.; REKWOT, G.Z.; IDOWU, W.; OKIN-AMINU, H.O. Performance of fattening Bunaji bulls fed diets containing graded level of palm kernel cake. **Fudma journal of sciences**, v.5, p.112 – 117, 2021.

SANTANA FILHO, N.B.; OLIVEIRA, R.L.; CRUZ, C.H.; LEÃO, A.G.; RIBEIRO, O.L.B.; ORJA, M.S.; SILVA, T.M.; ABREU, C.L. Physicochemical and sensory characteristics of meat from young Nellore bulls fed different levels of palm kernel cake. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, p.3590-3595, 2016.

SANTOS, R.C.; ALVES, K.S.; MEZZOMO, R.; OLIVEIRA, L.R.S.; CUTRIM DO, GOMES, D.I.; LEITE, G.P. ARAÚJO, M.Y.S. Performance of feedlot lambs fed palm kernel cake-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.367-372, 2016.

SANTOS, L.V.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; SILVA, J.W.D.; BARROSO, D.S.; SILVA, A.P.G.; SOUZA, S.O.; SANTOS, M.C. Increasing levels of palm kernel cake (*Elaeis guineensis* Jacq.) in diets for feedlot cull cows. **Chilian Journal of Agricultural Research**, v.79, p.628-635, 2019.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**; p.74, v.1, p.17-33, 2006.

SECRETARIA DO ESTADO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO DE PESCA- SEDAP. **Panorama agrícola do Pará - Dendê (cacho de coco) – 2019**. (2020). Disponível em: < <http://www.sedap.pa.gov.br/content/dend%C3%AA>> Acesso em: 25 de abr. 2021.

SENEGALHE, F.B.D.; BURIN, PC.; FUZIKAWA, I.H.S.; PENHA, D.S.; LEONARDO, A.P. Ácidos Graxos na carne e gordura de Ovinos. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.10, p. 2014.

SHINGFIELD, K.J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v.7, p.132-162, 2013.

SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R.; BEE, G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. **Meat Science**, v.73, p.29-41, 2006.

SMITH, S. B.; GO, G.W.; JOHNSON, B.J.; CHUNG, K.Y.; CHOI, S.H.; SAWYER, J. E.; KIM, K.H. Adipogenic gene expression and fatty acid composition in subcutaneous adipose tissue depots of angus steers between 9 and 16 months of age. **Journal of Animal Science**, v.90, p.2505-2514, 2012.

SMITH, S.B.; LUNT, D.K.; SMITH, D.R.; WALZEM, R.L. Producing high-oleic acid beef and the impact of ground beef consumption on risk factors for cardiovascular disease: A review. **Meat Science**, v.163, p.0,76-108, 2020.

SOUSA, J.P.L.; SANTOS NETA, E.R.S.; MACIEL, R.P.; SOUSA, J.T.L.; RODRIGUES, K.F.; VAZ, R.G.M.V. Uso da torta de dendê em dietas para animais de produção. **PUBVET**, v. 4, p.751, 2010.

STRYER, L.; BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L. **Bioquímica**. 5 ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2004. 1059 p.

SUNDU, B.; DINGLE, J. Use of enzymes to improve the nutritional value of palm kernel meal and copra meal. **Annual Australian Poultry Science Symposium**, v. 11, p. 1-15, 2011.

WAN ZAHARIM.; ALIMON, A.R. Use of palm kernel cake and oil palm byproducts in feed compounds. **Palm Oil Developments**, v.40, p.5-9, 2004.

WATKINS, C. Palmeiras Africanas em Solos Brasileiros: Transformação Socioecológica e a Construção de uma Paisagem Afro-Brasileira. *Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC)*. **Revista De La Solcha**, v.10, p.150-193, 2020.

WYNESS, L.; WEICHSELBAUM, A.; O'CONNOR, E.B.; WILLIAMS, B.; BENELAM, H.; RILEY, S. S. Red meat in the diet: an update. **Nutrition Bulletin**, v.36: p.34-37, 2011.

XIMENES, L. F. **Segmento de carne bovina. Caderno Setorial ETENE**. (2020). Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/documents/80223/7321628/116+Carne.pdf/06c1c71c-0c1d-29a6-0b96-5dca50992aa>> Acesso em 13 Mai. 2021.

XIMENES, R.S.F. **Perfil de ácidos graxos da carne bovina**. 2009, p.48. Monografia (Curso em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VAHMANI, P.; MAPIYE, C.; PRIETO, N.; ROLLAND, D.C.; MCALLISTER, T.A.; AALHUS, J.L.; DUGAN, M.E.R. The scope for manipulating the polyunsaturated fatty acid content of beef: **A review. Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.6, p.29, 2015.

VAHMANI, P.; ROLLAND, D.; MAPIYE, C.; DUNNE, P.; AALHUS, J.; JUÁREZ, M.; MCALLISTER, T.; PRIETO, N.; DUGAN, M. Increasing desirable polyunsaturated fatty acid concentrations in fresh beef intramuscular fat. **CAB Reviews**, v.12, p.1-17, 2017.

VAHMANI, P.; PONNAMPALAM, E.N.; KRAFT, J.; MAPIYE, C.; BERMINGHAM, E.N.; WATKINS, P.J.; PROCTOR, S.D.; DUGAN, M.E.R. Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. **Invited Review. Meat Science**. v.165, p.108-114, 2020.

VISONÁ-OLIVEIRA, M.; FERREIRA, I.C.; MACEDO JUNIOR, G.L.; SOUSA, L.F.; DE SOUSA J.T.L.; DOS SANTOS, R.P. Nutrients intake and digestibility of palm kernel cake in sheep diet. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 16, p.179-192, 2015.

II - OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos da torta de dendê na composição química e perfil de ácidos graxos da carne de vacas de descarte confinadas e de novilhas à pasto.

2.2 Objetivos específicos

Quantificar o perfil dos ácidos graxos, lipídeos totais e os teores de colesterol do tecido intramuscular da carne de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta

Avaliar os teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e lipídeos totais da carne de novilhas mestiças, na fase de terminação suplementadas à pasto, com diferentes níveis de torta de dendê.

Quantificar o perfil dos ácidos graxos e os teores de colesterol do tecido gorduroso intramuscular da carne de novilhas mestiças na fase de terminação suplementadas à pasto com diferentes níveis de torta de dendê.

III - CAPÍTULO I

Manuscrito de acordo com as normas da revista Tropical Animal Health and Production

ÍNDICES DE QUALIDADE NUTRICIONAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE VACAS DE DESCARTE ALIMENTADAS EM CONFINAMENTO COM TORTA DE DENDÊ

Resumo

Objetivou-se avaliar diferentes níveis de inclusão de torta de dendê, em dietas para vacas de descarte terminadas em confinamento, sobre perfil de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional da carne. Foram utilizadas 36 vacas mestiças Holandês x Zebu, com idade média de 83 meses. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em DIC, composto de quatro tratamentos com nove repetições, em sistema de confinamento. Os tratamentos consistiram em: controle (sem inclusão de torta de dendê); inclusão de 8; 16 e 24% de torta de dendê, com base na matéria seca total da dieta. A inclusão da torta de dendê propiciou efeito quadrático positivo ($P < 0,05$) nos teores dos ácidos graxos saturados láurico (C12:0), mirístico (C14:0), pentadecílico (C15:0), palmítico (C16:0), margárico (C17:0) e esteárico (C18:0), com pontos máximos nos níveis de 11,75%, 15,60%, 15,01%, 12,01%, 13,13% e 10,76% de torta de dendê, respectivamente e efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o ácido tridecanoico (C13:0). Para os ácidos graxos monoinsaturados, houve efeito linear positivo ($P < 0,05$) para o ácido miristoléico (C14:1) e negativo para o ácido palmitoléico (C16:1) à medida que aumentou os níveis da torta de dendê. Por outro lado, o ácido heptadecenóico (17:1) apresentou efeito quadrático com ponto máximo de 10,44%. A inclusão da torta de dendê na dieta causou efeito quadrático positivo no teor do ácido graxo poliinsaturados linolelaídico (C18:2n6t), com ponto máximo de 10,86%. O ácido eicosadienoico (C20:2) obteve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) e o ácido docosadienóico (C22:2) apresentou efeito linear crescente em função dos níveis da torta de dendê na dieta. A atividade da enzima $\Delta 9$ dessaturase 14 aumentou linearmente a medida que aumentou os níveis da torta de dendê. Na avaliação dos índices de qualidade nutricional, o somatório dos ácidos graxos AGM, AGP, AGS, n-3 n-6 e relação AGMI:AGS, AGPI:AGS, e n-6:n-3 não foram afetados pela inclusão da torta de dendê na dieta ($P > 0,05$). A torta de dendê pode ser incluída em dietas para a terminação de vacas em até 10% sem prejudicar a qualidade nutricional da carne.

Palavras-chave: Bovino de corte, *Elaeis guineense*, qualidade da carne, ruminantes

III - CHAPTER I

NUTRITIONAL QUALITY P AND FATTY ACIDS PROFILE OF CULL COWS' MEAT FED PALM KERNEL CAKE IN FEEDLOT SYSTEM

Abstract

This study aimed to evaluate different inclusion levels of palm kernel cake on diets for cull cows finished in confinement on fatty acid profile and nutritional quality meat indexes. It was used thirty-six Holstein x Zebu crossbred cows, with a mean age of 83 months. The animals were randomly distributed in CRD, composed of four treatments with nine replications, on feedlot system. The treatments consisted of: control (with no inclusion of palm kernel cake); inclusion of 8; 16 and 24% of palm kernel cake, based on the total dry matter of diet. The inclusion of palm kernel cake provided a positive quadratic effect ($P < 0.05$) on levels of saturated fatty acids lauric (C12:0), myristic (C14:0), pentadecylic (C15:0), palmitic (C16:0), margaric (C17:0) and stearic (C18:0), with maximum points of 11.75%, 15.60%, 15.01%, 12.01%, 13.13% and 10.76% of palm kernel cake, respectively and increasing linear effect ($P < 0.05$) for tridecanoic acid (C13:0). For monounsaturated fatty acids, there was a positive linear effect ($P < 0.05$) for myristoleic acid (C14:1) and a negative linear effect for palmitoleic acid (C16:1) as the levels of palm kernel cake increased. On the other hand, heptadecenoic acid (17:1) showed a quadratic effect with a maximum point of 10.44%. The inclusion of palm kernel cake in the diet caused a positive quadratic effect on the content of polyunsaturated linolelaidic fatty acid (C18:2n6t), with a maximum point of 10.86%. Eicosadienoic acid (C20:2) had a decreasing linear effect ($P < 0.05$) and docosadienoic acid (C22:2) showed an increasing linear effect as a function of the levels of palm kernel cake in the diet. The activity of the $\Delta 9$ desaturase 14 enzyme increased linearly as the levels of palm kernel cake also increased. In the evaluation of nutritional quality indices, the sum of fatty acids AGM, AGP, AGS, n-3 n-6 and MUFA:SFA, PUFA:SFA, and n-6:n-3 fatty acids were not affected by the inclusion of the pie of palm oil in the diet ($P > 0.05$). The palm kernel cake can be included on diets for feedlot finishing cows up to 10% not harming the nutritional meat's quality.

Keywords: Beef cattle, *Elaeis guineenses*, meat quality, ruminants

1 Introdução

A produção de carne bovina em confinamento tende a se expandir, principalmente, devido à constante demanda por proteína animal por parte da população mundial (Moorby e Fraser, 2021). Por outro lado, a crescente prática de confinamento na pecuária resulta no aumento do uso de alimentos convencionais na formulação de dietas para animais, tais como, a soja, trigo, cevada, milho e sorgo, o que culmina na competição com a alimentação humana (Wilkinsin e Lee, 2018). Nesse cenário, o uso de coprodutos agroindustriais como, tortas e farinhas na alimentação animal pode possibilitar a prática do confinamento sem resultar em competição direta com a alimentação humana

Vários coprodutos pesquisados, mostraram resultados promissores na alimentação de ruminantes produtores de carne. Dentre os coprodutos derivados de oleaginosas, a torta de dendê (*Elaeis guineenses* Jacq) se destaca tanto por sua distribuição nos trópicos quanto por seu valor nutricional (Santos et al., 2016; Oliveira et al., 2017). A torta de dendê contém altos níveis de proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro (Abubakr et al., 2013; Cruz et al., 2019; Silva et al., 2021), o que permite certa flexibilidade na utilização deste ingrediente em dietas de ruminantes, além de possuir alta disponibilidade ao longo do ano e baixo custo para aquisição (Costa et al., 2011). Neste sentido, a torta de dendê pode ser utilizada na alimentação de bovinos de corte, especialmente nas dietas para terminação em confinamento, em que maiores proporções de concentrado são utilizadas para aumentar a energia, a ingestão e a taxa de ganho de peso corporal em um curto período de tempo (Santana Filho et al., 2016).

Além da produtividade, é de suma importância a finalidade de melhorar a qualidade da carne bovina, devido está associado com características que devem ser favoráveis para comercialização. Um dos parâmetros de qualidade em destaque, são os perfis de ácidos graxos, por apresentarem ácidos graxos poli-insaturados em níveis satisfatórios importantes para a saúde humana. Carnes com menor teor ácidos graxos saturados, maior teor de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, podem ser benéficos para saúde. Dessa forma, a utilização da torta de dendê na alimentação de bovinos pode melhorar o perfil de ácidos graxos e a qualidade nutricional da carne.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes níveis de inclusão de torta de dendê em dietas para vacas de descarte terminadas em confinamento sobre perfil de ácidos graxos, índice nutricional e teor de colesterol da carne.

2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida com estreita conformidade da legislação brasileira, sobre pesquisas com o uso de animais, adotada pelo Conselho Nacional de Controle Experimental (CONCEA). Foi anteriormente aprovada pela comissão de ética no uso de animais (CEUA), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, localizada em Itapetinga, Bahia, Brasil, sob o protocolo 82/2015 utilizando fêmeas bovinas terminadas em confinamento.

Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda Princesa do Mateiro, localizada no município de Ribeirão do Largo, região Sudoeste do Estado da Bahia. A área experimental está localizada a 15° 09' 07" de latitude sul, 40° 15' 32" de longitude oeste, caracterizando-se por possuir clima tropical úmido, com precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27 °C e altitude de 709 m.

2.1 Período experimental, animais e tratamentos

Foram utilizadas 36 vacas mestiças Holandês x Zebu, com idade média de 83 meses, e peso vivo médio de 384,88 kg \pm 59,18. Os animais foram pesados e, logo após, distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e nove repetições. Os animais foram identificados no início do período experimental com brincos de plástico e vermifugados.

As vacas foram alojadas em baias coletivas (9 animais/baia), com área útil de 100 m² (10m x 10m), sendo 50 m² de chão cimentado e 50 m² de área parcialmente coberta, providas de comedouros cobertos (10 metros lineares) e bebedouros de concreto com capacidade de 250 litros de água. Os animais passaram por um período de adaptação às dietas, baias e manejo de 20 dias e 70 dias para coleta de dados, totalizando 90 dias de duração.

Os animais foram alimentados com bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e concentrado, com uma razão volumoso:concentrado 15:85. Os tratamentos consistiram em: 0% = controle (sem inclusão de torta de dendê na dieta); 8% = inclusão de 8% de torta de dendê na matéria seca da dieta; 16% = inclusão de 16% de torta de dendê na matéria seca da dieta; 24% = inclusão de 24% de torta de dendê na matéria seca da dieta.

A composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (% MS).

	Bagaço de cana-de-açúcar	Torta de dendê	Farelo de Soja	Sorgo Moído
MS ¹	54,68	91,29	86,03	86,40
MO ²	91,89	93,15	92,26	98,57
PB ³	1,37	14,66	52,52	7,77
EE ⁴	0,62	7,49	3,01	3,56
FDNcp ⁵	79,49	67,64	14,07	12,47
CNFcp ⁶	10,42	3,36	22,66	74,77
Lignina ⁷	11,65	19,83	0,54	1,19
MM ⁸	8,11	6,85	7,74	1,43

¹Matéria Seca, ²Matéria Orgânica, ³Proteína Bruta, ⁴Extrato Etéreo, ⁵Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína, ⁶Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína, ⁷Lignina e ⁸Matéria mineral.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) para atender às exigências nutricionais para ganho de 1,0 kg/dia, com razão volumoso:concentrado de 15:85. Os animais receberam alimentação *ad libitum*, sendo dividida em duas refeições diárias (7:00 h e 15:00 h, sendo 60% do total pela manhã e 40% à tarde) de modo a permitir cerca de 10% de sobras.

A participação em percentual dos ingredientes e composição química das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e composição química das dietas fornecidas (% MS).

Proporção dos ingredientes (%MS ¹)	Níveis de torta de dendê (% MS)			
	0	8	16	24
Bagaço de cana-de-açúcar	15	15	15	15
Sorgo grão moído	82,49	74,68	66,88	58,17
Torta de dendê	0,0	8,0	16,0	24,0
Farelo de soja	0,0	0,0	0,0	1,05
Bicarbonato de sódio	0,95	0,94	0,93	0,92
Ureia	0,94	0,75	0,57	0,24
Sal mineral ²	0,38	0,38	0,37	0,37
Calcário	0,24	0,25	0,25	0,25
Total	100	100	100	100
Composição química das dietas fornecidas (%MS)				
Matéria Seca	93,13	92,82	93,37	93,29
Proteína Bruta	10,24	10,75	10,94	10,02
Extrato Etéreo	03,03	03,74	04,16	04,99
FDNcp ³	22,21	26,62	31,06	35,55
CNFcp ⁴	63,24	57,53	51,95	46,07
Lignina	02,73	04,22	05,71	07,20
Matéria Mineral	02,40	02,83	03,27	03,77
NDT ⁵	72,44	72,99	65,65	69,73

¹Matéria Seca; ²Composição: Cálcio 140 g; fósforo 65 g; sódio 148 g; magnésio 5 g; enxofre 12 g; cobalto 107 mg; cobre 1550 mg; iodo 150 mg; manganês 1400 mg; níquel 30 mg; selênio 18 mg; zinco 4500 mg; 1120 mg; flúor (máximo) 650 mg; ³Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁴Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; ⁵Nutrientes digestíveis totais obtido.

A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente, e das sobras, semanalmente para cada baía, sendo as amostras coletadas (concentrado, bagaço de cana-de-açúcar e sobras), acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas a -10 °C, para posteriores análises químicas.

Os alimentos concentrados foram amostrados diretamente na fábrica de ração, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, durante a mistura dos concentrados, sendo feita uma amostra composta dos alimentos (sorgo moído, torta de dendê e farelo de soja).

2.2 Abate dos animais e análises da carne

2.2.1 Obtenção das amostras

Ao final do experimento, os animais foram pesados e conduzidos até o frigorífico comercial na cidade de Itapetinga, localizado no Sudoeste do Estado da Bahia, onde procedeu o abate, segundo normas estabelecidas pela instrução normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, obedecendo ao fluxo de abate normal do frigorífico. Os animais foram insensibilizados por meio de concussão cerebral (pistola pneumática), seguido do abate pela secção da veia jugular.

Na meia carcaça direita foi feito um corte horizontal entre a 12ª e a 13ª costela, objetivando expor o músculo *Longissimus dorsi*. Os músculos foram embalados inicialmente com papel filme, em seguida com papel alumínio, para evitar queima pelo congelamento, identificados e separados individualmente em sacos plásticos, sendo, imediatamente, armazenados à temperatura de -10°C, até realização das análises laboratoriais de composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol, que ocorreram no Laboratório de Misturas e Separações Químicas (LABMESQ) pertencente à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB.

2.2.2 Composição Química

2.2.2.1 Lipídeos totais

A extração da fração lipídica foi realizada com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v), segundo Bligh & Dyer (1959), no qual

foram pesadas cerca de 15g ($\pm 0,1$ g) de amostra em um béquer de 250 mL e adicionado 15 mL de clorofórmio e 30 mL de metanol. Após agitação por 5 minutos, foram adicionados mais 15 mL de clorofórmio, agitados por mais 2 minutos e acrescidos 15 mL de água destilada e agitado novamente por mais 5 minutos. Posteriormente, o homogeneizado foi filtrado por meio de um filtro de papel Whatman nº 1 acoplado em um funil Buchner usando pressão a vácuo.

Após a filtração foi adicionado ao resíduo mais 10 mL de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Realizou-se uma nova filtração fazendo-se uso do mesmo papel de filtro e o béquer lavado com 10 mL de clorofórmio. O filtrado obtido foi transferido para um funil de separação. Após a separação das fases, a inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente pesado vazio, e levado para o rota-vapor (banho-maria a 33°-34°).

A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídeos determinado gravimetricamente. Após pesagem, foi adicionado 2mL de N-heptano e o resíduo restante foi acondicionado em microtubos tipo eppendorf e armazenado em freezer (2 a 8°C) para posterior transesterificação.

2.2.2.2 Colesterol

A determinação do colesterol na carne seguiu a metodologia descrita por Saldanha et al. (2004). No procedimento realizado para extração da matéria insaponificável, utilizaram-se tubos Falcon, com capacidade de 50 mL, onde foram adicionados 2,0 g de amostra de carne trituradas e homogeneizadas, 4,0 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 50% (m/v) e 6,0 mL de álcool etílico P.A. Após agitação em vórtex por um minuto, a mistura permaneceu em repouso durante 22 horas, ao abrigo da luz e a temperatura ambiente. Posteriormente, foi adicionada a mistura 5,0 mL de água destilada e 10 mL de n-hexano P.A, e novamente agitados por 5 minutos em vórtex. Em seguida, essa nova mistura foi adicionada em um funil de decantação e após a completa separação das fases foi coletada a fase hexânica em balão de fundo redondo e rotaevaporado os solventes voláteis, restando um resíduo (matéria graxa total), no qual foi diluído em 2,5 mL de fase móvel constituída pela mistura dos solventes acetoneitrila e isopropanol na proporção (85:15, v /v).

O resíduo diluído na fase móvel foi filtrado por meio de uma membrana de fluoreto de polivinilidieno (PVDF), com diâmetro do poro de 0,45 μ m sendo

acondicionadas em microtubos tipo eppendorf sob refrigeração para posterior análise por cromatografia líquida.

Para a determinação do colesterol utilizou-se um cromatográfico líquido de alta eficiência (HPLC) (Shimadzu) equipado com desgaseificador (DGU – 20 A5) e duas bombas (LC-20 AT com detector UV). A coluna analítica utilizada foi uma C18 (250 mm x 4,6mm x 3,5 μ m). A fase móvel constituiu-se de acetonitrila e isopropanol (85:15), na vazão de 2 mL/min, volume de injeção de 20 μ L da amostra, e tempo de análise de 30 minutos. Os cromatogramas foram processados a 202nm. Foram construídas curvas analíticas para todos os analitos por injeção de soluções padrão dos compostos, relacionando a solução à concentração com a resposta do equipamento (área do pico), e as concentrações das amostras dos analitos foram calculadas pela interpolação de seus sinais analíticos nas curvas analíticas. A identificação do colesterol foi realizada por meio da comparação do tempo de retenção das amostras, com o padrão e a quantificação através das áreas correspondentes dos picos. Os dados cromatográficos foram processados com o Software LabSolutions® (Shimadzu).

2.3 Perfil de ácidos graxos

2.3.1 Transesterificação dos triacilgliceróis

O procedimento seguiu a metodologia descrita por Bannon et al. (1982). Pesou-se aproximadamente 150 mg de lipídeos extraídos de cada amostra, colocou-se em tubos com tampas rosqueáveis, adicionou-se 5 mL de solução de metóxido de sódio 0,25 mol/L¹ em metanol-dietil éter (1:1), e agitou por 3 minutos. A essa mistura, foram adicionados 2 mL de iso-octano e 10 mL de solução saturada de cloreto de sódio. O tubo foi agitado novamente e deixado em repouso para que houvesse a separação das fases, a parte sobrenadante foi coletada e transferida para microtubos tipo eppendorf, devidamente identificados, para realização da análise cromatográfica.

2.3.2 Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa, em um equipamento modelo GC-2010 Plus marca Shimadzu com Detector de Ionização de Chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida Rt-2560 (100m, 0,25mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de 40 mL.min⁻¹ para o gás de arraste (H₂); 30 mL.min⁻¹

para o gás auxiliar (N₂) e 400 mL.min⁻¹ para o ar sintético da chama. A razão da divisão da amostra foi de 90:10. Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 225°C e 260°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140°C por 5 minutos, seguido por uma rampa de 3°C/min até atingir 245°C por 20 minutos. O tempo total de análise foi de 60 minutos. As injeções foram realizadas em duplicata e os volumes das injeções foram de 1,0 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software GCSolution®.

2.3.3 Identificação dos ésteres metílicos

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação de tempo de retenção dos constituintes da amostra com uma mistura de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Mix C4-C24-18919-1 AMP, Supelco) e por comparação com os tempos de retenção com os ésteres metílicos de padrões contendo os isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoleico (O-5632 Sigma, EUA).

Para a avaliação da resposta do detector de ionização de chama foi utilizada uma solução de mistura constituída de padrões (Sigma) de ésteres metílicos de ácidos graxos em concentração conhecida, sendo calculado através da equação proposta por Ackman, R. (1972). Estes fatores foram obtidos a partir da média de sete repetições:

$$FR = (A_{23:0} * C_x) / (A_x * C_{23:0})$$

Em que:

FR= Fator de resposta em relação ao tricosanoato de metila;

A_{23:0}= área do tricosanoato de metila;

C_x= concentração de ésteres metílicos de ácidos graxos;

A_x = área do éster metílico de ácido graxo; e

C_{23:0}= concentração tricosanoato de metila;

A quantificação de ácidos graxos da carne *in natura* em mg. g⁻¹ de lipídeos totais foi realizada utilizando o padrão interno tricosanoato de metila (23:0) (Sigma, EUA). Após a pesagem dos lipídeos (~150 mg) para transesterificação foram adicionados a todas as amostras com auxílio de uma micropipeta, 1000 µl da solução de padrão interno com concentração conhecida (1,00 g.mL⁻¹). Os cálculos da concentração dos ácidos graxos

contidos nas amostras foram realizados conforme (Visentainer & Franco 2006).

$$C \text{ (g100g}^1\text{)} = (AEM * M_{23:0} * FCT) / (A_{23:0} * MA * FCEA)$$

Em que:

AEM = área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos

A_{23:0} = área do padrão interno;

M_{23:0} = massa do padrão interno adicionado a amostra (em miligramas);

MA = massa da amostra (em gramas);

FCT = fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos; e

FCEA = fator de conversão para expressar os resultados em mg de ácidos graxos/g de lipídeos totais (LT).

2.3.4 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos da carne *in natura*

Os ácidos graxos desejáveis foram calculados por meio do somatório dos ácidos: (C18:0+AGMI+AGPI). A qualidade nutricional da fração lipídica da carne *in natura* foi avaliada por meio do índice de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT), a partir dos resultados obtidos para os ácidos graxos encontrados nas amostras. Os cálculos foram realizados segundo Ulbricht & Southgate (1991):

$$IA = (C_{12:0} + (4 * C_{14:0}) + C_{16:0}) / (\Sigma AGMI + \Sigma n-6 - \Sigma n-3)$$

$$IT = (C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0}) / ((0,5 * \Sigma AGMI) + (0,5 * \Sigma n-6) + (3 * \Sigma n-3) + (\Sigma n-3 / \Sigma n-6))$$

Em que:

$\Sigma AGMI$ = Somatório de ácidos graxos monoinsaturados;

$\Sigma n-6$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-6;

$\Sigma n-3$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-3; e

$\Sigma n-3 / \Sigma n-6$ = relação dos ácidos graxos da família ômega 6 e 3

Após a identificação dos ácidos graxos, procedeu a determinação dos índices de Δ -9 dessaturase, conforme as equações propostas por Bichi *et al.* (2012) e Malau-Aduli *et al.* (1997):

$$\Delta\text{-9 dessaturase 14} = C_{14:1} / (C_{14:1} + C_{14:0})$$

$$\Delta\text{-9 dessaturase 16} = C_{16:1} / (C_{16:1} + C_{16:0})$$

Δ -9 dessaturase 18= C18:1 / (C18:1+C18:0)

2.4 Análises estatísticas

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas SAEG (SAEG, 2001). Os critérios adotados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação, calculado como a relação entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos, e a significância observada dos coeficientes de regressão, por meio do teste F, conforme o modelo:

$$Y_{ijk} = m + T_i + e_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} = o valor observado da variável; m = constante geral; T_i = efeito do tratamento i ; e_{ijk} = erro associado a cada observação.

3 Resultados e discussão

3.1 Perfil de Ácidos Graxos do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte terminadas em confinamento

A inclusão da torta de dendê na dieta causou efeito quadrático positivo ($P < 0,05$) nos teores dos ácidos graxos saturados láurico (C12:0), mirístico (C14:0), pentadecílico (C15:0), palmítico (C16:0), margárico (C17:0) e esteárico (C18:0) da carne das vacas de descarte (Tabela 3). Os pontos máximos de (C12:0), (C14:0), (C15:0), (C16:0), (C17:0) e (C18:0) na carne foram obtidos com a inclusão de 11,75%, 15,60%, 15,01%, 12,01%, 13,13% e 10,76%, respectivamente, com redução a partir desses valores. Para o Cáprico, o ponto mínimo estimado pela equação de regressão ocorreu no nível de 6,91% da torta de dendê, ou seja, a partir desse nível o teor do ácido Cáprico começou a aumentar.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos saturados do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.

Ácidos Graxos (%) ¹	Níveis de torta de dendê (%)				Eq. ³	CV% ²	P ⁴	
	0	8	16	24			L	Q
C6:0 ⁵	0,02	0,03	0,02	0,02	Y=0,02	33,20	0,257	0,518
C10:0 ⁶	0,06	0,02	0,04	0,01	Y1	31,80	0,010	0,012
C12:0 ⁷	0,15	0,10	0,14	0,10	Y2	34,38	0,420	0,004
C13:0 ⁸	0,16	0,21	0,31	0,38	Y3	22,03	0,001	0,135
C14:0 ⁹	6,81	6,30	6,75	8,63	Y4	27,84	0,019	0,020
C15:0 ¹⁰	1,25	1,13	1,79	1,78	Y5	40,42	0,062	0,022
C16:0 ¹¹	40,43	41,20	42,41	41,34	Y6	21,32	1,000	0,006
C17:0 ¹²	5,48	5,11	6,28	5,89	Y7	28,93	0,568	0,018
C18:0 ¹³	27,29	28,62	26,06	24,26	Y8	19,31	0,440	0,010
C20:0 ¹⁴	2,83	3,26	2,11	2,52	Y=2,68	29,58	0,274	0,420
C21:0 ¹⁵	0,23	0,21	0,21	0,22	Y=0,21	34,94	0,293	0,863
C22:0 ¹⁶	0,05	0,03	0,03	0,02	Y=0,03	33,11	0,747	0,917
C24:0 ¹⁷	0,03	0,02	0,01	0,03	Y=0,02	30,12	0,691	0,913

¹Nomenclatura IUPAC; ²Coeficiente de variação; ³Equação de regressão; ⁴Valor de probabilidade (L= linear Q=Quadrática); ⁵Ácido Caproico; ⁶Ácido Cáprico; ⁷Láurico; ⁸Ácido Tridecanóico; ⁹Mirístico; ¹⁰Pentadecílico; ¹¹Palmítico; ¹²Margárico; ¹³Estearico; ¹⁴Araquídico; ¹⁵Ácido Henecosanoico; ¹⁶Behenico; ¹⁷Ácido Lignocérico. Y1=0,179-0,0401x+0,0029x²: R²= 0,93; Y2=0,1255+ 0,0094x-0,0004x²: R²= 0,89; Y3= 0,189 + 0,0143x : R²= 0,90; Y4= 6,3725 0,5897x-0,0189x² R²= 0,83; Y5= 1,176 + 0,1651x-0,0055x² R²= 0,61; Y6=45,877+ 2,3921x-0,0996x²: R²= 0,92; Y7= 5,7635 + 0,4123x-0,0157x² : R²= 0,57; Y8= 30,814 + 1,1149x-0,0518x²: R²= 0,99.

O comportamento observado para os ácidos graxos da carne C12:0, C14:0; C15:0; C16:0, C17:0 e C18:0 deve-se ao consumo da torta de dendê pelas vacas. Considerando o CMS quadrático (Santos et al., 2019), a quantidade de torta de dendê disponível para digestão e absorção pelas vacas foi maior no nível de inclusão de 10% da torta na dieta, bem próximo aos pontos de máxima observados para os teores de ácidos graxos na carne das vacas. Neste contexto, possivelmente o óleo de dendê residual na torta, rico em ácidos graxos de cadeia curta e media (Absalome et al., 2020), disponibilizou mais rapidamente os ácidos graxos C12:0, C14:0; C16:0 e C18:0, para o metabolismo dos animais. Karami et al. (2013) e Choi et al. (2016) observaram incremento nos ácidos mirístico (C14:0) palmítico (C16:0) no plasma de cabritos e novilhos, respectivamente, com a inclusão do óleo de dendê na dieta dos animais. Ademais, os incrementos nos teores de C18:0 da carne das vacas pode ser devido aos mecanismos endógenos de carboxilação (elongases) do C16:0 (Guillou et al., 2010) bem como mecanismos de biohidrogenação ruminal dos C18:1, C18:2 e C18:3 (Raes et al., 2004).

De acordo com Mwangi et al. (2019), a composição da dieta influencia o perfil de ácidos graxos da carne. A torta de dendê é uma fonte com alto teor de ácido graxos saturados, com destaque para o láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), estearico (C18:0) e os insaturados oléico (C18:1 n-9), linoléico (C18:2 n-6), linolênico

(C18:3 n-3) (Silva et al., 2014; Oliveira et al., 2015). Segundo Oliveira et al. (2015) a concentração desses ácidos na torta de dendê é de 47,75% de ácido láurico, 16,89% de mirístico, 7,99% de palmístico e 2,85% de esteárico.

Vários são os estudos que demonstram que altos teores de ácidos graxos saturados são indesejáveis, pois estão relacionados ao aumento de colesterol sérico total e LDL, principalmente os ácidos: láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmístico (C16:0), que são considerados hipercolesterolêmicos e os mais preocupantes a saúde (Daley et al., 2010; Oliveira et al., 2011; Hautrive et al., 2012).

Dentre os ácidos graxos saturados, o mirístico (C14:0) é considerado o mais hipercolesterolêmico (Scollan et al., 2006), pois possui potencial para elevar 4 a 6 vezes mais a concentração plasmática de colesterol em relação ao palmístico (C16:0) (Mensink & Katan, 1992). Contudo, o ácido mirístico representa somente cerca de 3% dos ácidos graxos totais (Moholisa et al., 2018). O ácido esteárico (C18:0) apesar de ser saturado tem função neutra e não aumenta os níveis de colesterol plasmático, visto que, grande parte é absorvido pelo organismo e convertido em ácido oleico (C18:1) pela ação da enzima Δ^9 -dessaturase (Marsset et al., 2009).

A inclusão da torta de dendê na dieta causou efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o ácido tridecanoico (C13:0) (Tabela 3). O aumento nos teores de ácidos graxos saturados na carne não é benéfico a saúde humana, uma vez que estes ácidos estão associados às doenças cardiovasculares. Possivelmente, o aumento desse ácido graxo saturados está relacionado a torta de dendê ou a biohidrogenação dos seus correspondentes insaturados. Na primeira hipótese, como o ácido tridecanoico (C13:0) já é um ácido saturado, provavelmente, ele não sofreu o processo convencional de biohidrogenação, facilitando desta forma, sua absorção diretamente pelo intestino delgado e a deposição no músculo. Por outro lado, o fato da torta de dendê possuir alto teor em fibras pode ter aumentado a atividade ruminal e, conseqüentemente, a biohidrogenação de ácidos insaturados em saturados pelos microorganismos ruminais. Leite & Lana, (2009) afirmam que a absorção dos ácidos graxos originados da dieta é influenciada pelo processo de biohidrogenação, o qual é realizado pelos microorganismos ruminais. Os ácidos graxos derivados da dieta são hidrolisados e, em seguida os poliinsaturados são rapidamente hidrogenados pelas bactérias ruminais, resultando na produção de ácidos graxos saturados (Kim et al., 2009). Diversos fatores podem afetar o processo de biohidrogenação e a composição dos ácidos graxos presentes na carne, um deles, destaca-se a composição da dieta (Demirel et al., 2006).

A inclusão da torta de dendê nas dietas afetou ($P < 0,05$) somente os ácidos graxos monoinsaturados miristoléico (C14:1), palmitoléico (C16:1) e o ácido cis-10-heptadecanóico (17:1) (Tabela 4).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.

Ácidos Graxos (%) ¹	Níveis de torta de dendê (%)				Eq. ³	CV% ²	P ⁴	
	0	8	16	24			L	Q
C14:1 ⁵	0,01	0,02	0,04	0,05	Y1	34,76	0,003	0,173
C15:1 ⁶	0,64	0,55	0,60	0,63	Y=0,60	29,08	0,224	0,555
C16:1 ⁷	0,49	0,34	0,33	0,19	Y2	35,87	0,001	0,088
C17:1 ⁸	1,64	1,43	1,42	1,53	Y3	20,19	0,977	0,037
C18:1n9t ⁹	0,93	0,91	0,90	0,95	Y=0,92	29,06	0,888	0,053
C18:1n9c ¹⁰	2,23	2,29	1,96	2,05	Y=2,13	33,54	0,756	0,918
C20:1 ¹¹	0,05	0,05	0,05	0,06	Y=0,05	35,40	0,176	0,279
C22:1n9 ¹²	0,14	0,15	0,14	0,20	Y=0,15	30,03	0,715	0,967
C24:1 ¹³	0,04	0,03	0,04	0,04	Y=0,04	30,24	0,845	0,982

¹Nomenclatura IUPAC; ²Coeficiente de variação; ³Equação de regressão; ⁴Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática); ⁵Miristoleico; ⁶Pentadecenoico; ⁷Palmitoleico, ⁸Heptadecenoico, ⁹Elaídico; ¹⁰Oleico; ¹¹Gadoleico; ¹²Erúico; ¹³Ácido Nervonico. Y1= 0,297 + 0,0103x: R² = 0,66; Y2=0,615-0,0138x: R² = 0,81; Y3= 4,403 +1,491x -0,0714x²: R² = 0,42.

Houve efeito linear positivo ($P < 0,05$) para o ácido graxo miristoléico (C14:1) e negativo para o palmitoléico (C16:1) na carne das vacas com a inclusão da torta de dendê (Tabela 4). Além disso, observamos efeito quadrático positivo para os teores de o ácido cis-10-heptadecanóico (17:1) ($P < 0,05$) na carne das vacas com a inclusão da torta de dendê. O incremento observado no ácido graxo monoinsaturado (C14:1) da carne pode ser atribuído a maior disponibilidade endógena de C14:0 para processos de dessaturação (Guillou et al., 2010). Ou seja, os tecidos das vacas passaram a dessaturar mais ácidos graxos principalmente devido a maior disponibilidade desses precursores aliada a uma dieta mais rica em grãos (Smith et al., 2009). Neste contexto, Li et al. (2018) observaram que os fatores de transcrição de enzimas dessaturases estão mais expressos nos tecidos de novilhos alimentados em dietas ricas em grãos em comparação às dietas ricas em forragem. Ribeiro et al. (2018) e Silva et al. (2021a) também reportaram incrementos nos teores de C16:1 e C14:1 na carne de cabritos e novilhos, respectivamente, com a inclusão de torta de dendê e torta de licuri na dieta.

O aumento linear do ácido palmitoléico (C16:1) observado neste estudo é relevante, uma vez que esse ácido auxilia na prevenção de muitas doenças, como por exemplo, as cardiovasculares (Willis et al., 1998). Segundo Santos et al. (2013), as

gorduras monoinsaturadas têm sido associadas a uma redução dos níveis de triglicérides em colesterol total e LDL (colesterol ruim) e aumento dos níveis de HDL (colesterol bom) no plasma sanguíneo, implicando na redução de doenças cardiovasculares.

A máxima resposta quadrática ocorreu no nível de 10,44% para o ácido graxo monoinsaturado heptadecenoico (17:1). Possivelmente, o aumento desse ácido ocorreu devido a presença de ácidos graxos insaturados na torta de dendê que passou pelo rúmen sem sofrer biohidrogenação. Oliveira et al. (2012), ao analisar a carne de tourinhos Nelore alimentados com dietas à base de óleo de soja, observaram redução no teor do ácido heptadecenoico (17:1).

Os ácidos graxos monoinsaturados, pentadecenoico (C15:1), elaídico (C18:1n9t), oleico (C18:1n9c), gadoleico (C20:1) erúcico (C22:1n9) e ácido nervonico (C24:1) não foram alterados ($P>0,05$) com a inclusão da torta de dendê na dieta. Segundo Smith et al. (2006) a maior porcentagem de ácidos graxos monoinsaturados pode levar a menor ponto de fusão da gordura, o que contribui para maior maciez e melhor sabor da carne bovina.

Somente os ácidos graxos poliinsaturados linolelaídico (C18:2n6t), eicosapentaenoico (C20:5n3), eicosadienoico (C20:2) e ácido docosadienoico (C22:2) foram afetados pela inclusão crescente da torta de dendê na dieta ($P<0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.

Ácidos Graxos (%) ¹	Níveis de torta de dendê (%)				Eq. ³	CV % ²	P ⁴	
	0	8	16	24			L	Q
C18:2n6t ⁵	5,72	5,32	5,78	5,99	Y1	24,13	0,264	0,003
C18:2n6c ⁶	0,13	0,09	0,11	0,11	Y=0,11	31,75	0,999	0,258
C18:3n6 ⁷	0,03	0,01	0,01	0,01	Y=0,01	40,22	0,965	0,918
C18:3n3 ⁸	0,14	0,10	0,12	0,11	Y=0,11	38,45	0,837	0,998
C18:2c9t11 ⁹	0,05	0,02	0,02	0,02	Y=0,02	43,61	0,999	0,943
C18:2t10c12 ¹⁰	0,41	0,22	0,27	0,28	Y=0,29	34,94	0,293	0,863
C20:2 ¹¹	0,10	0,05	0,04	0,03	Y2	29,05	0,000	0,997
C20:3n6 ¹²	0,08	0,05	0,05	0,08	Y=0,06	36,42	0,051	0,125
C20:4n6 ¹³	1,84	1,61	1,43	1,80	Y=1,98	5,96	0,594	0,977
C22:2 ¹⁴	0,01	0,01	0,02	0,04	Y3	43,28	0,026	0,078
C20:5n3 ¹⁵	0,15	0,14	0,15	0,15	Y=0,15	49,31	0,202	0,104
C22:6n3 ¹⁶	0,38	0,37	0,36	0,35	Y=0,36	33,87	0,120	0,669

¹Nomenclatura IUPAC; ²Coefficiente de variação; ³Equação de regressão; ⁴Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática); ⁵Linolelaídico; ⁶Linoleico; ⁷Alfa linoleico; ⁸Linolênico; ⁹Rumênico/CLA; ¹⁰Trans-10, cis-12-octadecadienoico/CLA; ¹¹Ácido Eicosadienoico; ¹²Dihomo- γ -linolênico; ¹³Araquidônico; ¹⁴Ácido Docosadienoico; ¹⁵Eicosapentaenoico (EPA); ¹⁶Docosahexaenoico (DHA). Y1= $6,2225 + 0,3778x - 0,0174x^2$; $R^2 = 0,87$; Y2= $0,077 - 0,024x$; $R^2 = 0,69$; Y3= $0,2519 + 0,0074x$; $R^2 = 0,62$

A inclusão da torta de dendê na dieta causou efeito quadrático no teor do ácido graxo linolelaídico (C18:2n6t), com ponto máximo de 10,86% (P<0,05). Houve decréscimo linear no teor do ácido eicosadienoico (C20:2) e acréscimo no docosadienoico (C22:2) da carne das vacas com a inclusão da torta de dendê na dieta (P<0,05) (Tabela 5).

O aumento dos ácidos graxos poliinsaturados (C18:2n6t e C22:2) observado na carne das vacas alimentadas com a torta de dendê na dieta pode ser devido à maior participação dos fosfolipídeos de membrana na composição total dos ácidos graxos da carne (Wood et al., 2008). Podemos inferir que a redução do consumo de energia resultou em menor deposição de triglicérides nos adipócitos intramusculares (Hausman et al., 2009), reduzindo a participação dessa fração na composição total dos ácidos graxos da carne (Smet et al., 2004).

O aumento dos ácidos graxos poliinsaturados constatado neste estudo é benéfico, já que, estes ácidos graxos são de suma importância na nutrição humana. Segundo Rossato et al. (2010), o consumo de alimentos com quantidades adequadas de ácidos graxos poliinsaturados reduz os níveis séricos de colesterol.

Resultados diferentes aos deste estudo, foram encontrados por outros pesquisadores. Santana Filho (2013) trabalhando com diferentes níveis da torta de dendê na alimentação de tourinhos jovens, observou que este coproduto influenciou o perfil de ácidos graxos, com aumento linear do ácido Mirístico (C14:0) e redução linear dos ácidos Linoleico (C18:2) e Araquidônico (C20:4). Herdmann et al. (2010) encontraram aumentos significativos nas concentrações de ácidos graxos (C20:5n3) e (C22:5n3) e (C22:6n3) na carne de touros holandeses alimentados com 3% óleo de linhaça e bolo de colza a 12%. Fernandes et al. (2009), avaliaram o perfil de ácidos graxos em carne bovina, e observaram maior teor de ácidos graxos poliinsaturados em dieta contendo grãos de girassol (8,12%) em relação a dieta convencional (6,31%), isso pode ter alterado o teor dos ácidos graxos da carne em função dos ácidos graxos mais abundantes nesse grão.

3.2 Índices de atividade dessaturase no músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte terminadas em confinamento

Os índices de atividade dessaturase no músculo *longissimus dorsi* foram influenciados (P<0,05) pela inclusão da torta de dendê (Tabela 6).

Tabela 6. Índices de atividade dessaturase em músculos do *Longissimus dorsi* de carne vacas de descarte, alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.

Índices de dessaturase	Níveis de torta de dendê (%)				Eq. ²	CV% ¹	P ³	
	0	8	16	24			L	Q
	Δ9 dessaturase 14	0,00	0,00	0,01			0,01	Y1
Δ9 dessaturase 16	0,01	0,01	0,01	0,00	Y2	29,05	0,000	0,997
Δ9 dessaturase 18	0,10	0,10	0,10	0,10	Y=0,10	33,11	0,747	0,917

¹Coefficiente de variação; ²Equação de regressão; ³Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática). Y1= 0,0002+0,0016x; R² = 0,88; Y2=0,0138-0,0023x; R² = 0,93.

A inclusão da torta de dendê na dieta promoveu acréscimo linear (P<0,05) para o índice de atividade Δ9 dessaturase 14 e decréscimo linear para Δ9 dessaturase 16 da carne de vacas de descarte. Esse efeito linear crescente do índice de atividade da enzima Δ9 dessaturase 14, deve-se, possivelmente, ao aumento do teor do ácido miristoleico (C14:1). Isto pode ser justificado pelo fato da enzima ser responsável pela transformação do ácido graxo saturado palmítico em palmitoleico (Kazala et al., 1999). Segundo Hayashi (2007), a atividade da enzima Δ9 desaturase é encontrada no tecido adiposo e sua atividade promove a formação de ácidos graxos monoinsaturados cis-9 e a formação endógena de CLA.

Em relação à enzima Δ9 dessaturase C18, não foi observado efeito da torta de dendê sobre sua atividade (P>0,05) (Tabela 6). Provavelmente, o ácido graxo saturado esteárico (C18:0) o qual converte no ácido graxo monoinsaturado oleico (C18:1), não foi o suficiente para aumentar a atividade desta enzima. A atividade desta enzima está diretamente relacionada com a produção de ácido linoléico conjugado (18:2 cis-9 t-11) à partir do ácido transvacênico (18:1 t-11), que ocorre pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoléico e linolênico pelos microorganismos do rúmen (Fernandes et al., 2009).

3.3 Índices de qualidade nutricional do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte terminadas em confinamento

O somatório dos ácidos graxos AGM, AGP, AGS, n-3, n-6 e relação AGMI:AGS, AGPI:AGS, e n-6:n-3 não foram afetados pela inclusão da torta de dendê na dieta (P>0,05) (Tabela 7). Estes resultados podem ser explicados pelos baixos percentuais de ácidos graxos insaturados e poliinsaturados na dieta. Segundo Prado et al. (2011), a baixa razão AGPI/AGS encontrada em carne de ruminantes está relacionada à biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados dietéticos ocorrida no rúmen que transforma os ácidos

insaturados em ácidos graxos saturados.

As relações AGMI:AGS e AGPI:AGS apresentaram médias de 0,06% e 0,09%, respectivamente, valor médio abaixo do mínimo recomendado para a saúde humana. Segundo Wood et al. (2008), para uma dieta saudável, a relação entre ácidos graxos poliinsaturados e ácidos graxos saturados deve ser acima de 0,45% para prevenir doenças associadas ao consumo de alimentos com gordura.

A inclusão da torta de dendê na dieta causou ($P < 0,05$) efeito quadrático nos teores dos ácidos graxos desejáveis (AGD), Índice de trombogenicidade (IT) e relação ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico (h:H), com pontos máximos de 11,02% e 11,60% para AGD, IT respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7. Índices de qualidade nutricional do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de dendê na dieta.

Índices de Qualidade (%)	Níveis de torta de dendê (%)				Eq. ²	CV % ¹	P ³	
	0	8	16	24			L	Q
AGM ⁴	6,17	5,77	5,48	5,82	Y=5,81	23,47	0,531	0,486
AGP ⁵	9,04	7,99	8,36	8,98	Y=8,59	18,48	0,431	0,067
AGS ⁶	84,79	86,24	86,16	85,20	Y=85,59	29,33	0,464	0,075
AGMI:AGS ⁷	0,07	0,07	0,06	0,06	Y= 0,06	16,26	0,997	0,078
AGPI:AGS ⁸	0,10	0,09	0,09	0,10	Y= 0,09	8,75	0,089	0,325
AGD ⁹	42,20	42,08	39,06	38,86	Y1	17,61	0,601	0,008
IA ¹⁰	4,63	4,93	5,16	5,26	Y2	15,55	0,024	0,303
IT ¹¹	8,21	9,06	8,95	8,39	Y3	10,67	0,865	0,039
h:H ¹²	0,32	0,29	0,28	0,30	Y4	23,84	0,574	0,049
n-6 ¹³	7,80	7,08	7,38	7,99	Y= 7,56	18,90	0,289	0,057
n-3 ¹⁴	0,67	0,63	0,63	0,62	Y= 0,63	36,54	0,314	0,526
n-6:n-3 ¹⁵	11,64	11,25	11,71	12,88	Y=11,87	31,16	0,112	0,560
Colesterol (mg/100g)	32,07	35,91	43,05	43,16	Y5	12,08	0,000	0,300
Lípídeos totais (%)	3,72	4,37	3,24	3,08	Y6	30,81	0,008	0,9998

¹Coefficiente de variação; ²Equação de regressão; ³Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática); ⁴Somatório ácidos graxos monoinsaturados; ⁵Somatório ácidos graxos poliinsaturados; ⁶Somatório ácidos graxos saturados; ⁷Relação ácidos graxos monoinsaturados:ácidos graxos saturados; ⁸Relação ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados; ⁹Ácidos graxos desejáveis; ¹⁰Índice de aterogenicidade; ¹¹Índice de trombogenicidade; ¹²Relação ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico; ¹³Somatório dos ácidos graxos ômega 6; ¹⁴Somatório dos ácidos graxos ômega 3; ¹⁵Relação ácidos graxos ômega 6:ômega3. Y1=43,03 + 0,475x-0,155x²: R² = 0,90; Y2= 4,467+0,2117x : R² = 0,96 ; Y3=7829+1.8012x -0.3512x²; R²= 0,97 ; Y4= 0.3774 - 0.0672x +0.0117x²; R² = 0,99; Y5=32,484+0,5054x :R² = 0,90 ; Y6= 4,06-0,0381x : R² = 0,4618.

Os comportamentos observados para os ácidos graxos desejáveis da carne (ponto de máxima com inclusão de 11,02% da torta de dendê na dieta) deve-se aos incrementos observados nos ácidos graxos C14:1, C18:2n6t e C22:2. A concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) é representada pela somatória dos ácidos graxos insaturados (AGI) com

o ácido esteárico. Segundo Costa et al. (2008), a maior concentração de ácido graxos desejáveis se deve aos processos de biohidrogenação ruminal, relacionado com o ácido esteárico (C18:0), que juntamente com o somatório dos ácidos graxos insaturados (monoinsaturados, poliinsaturados), representam os ácidos graxos desejáveis (AGD).

O Índice de aterogenicidade (IA) aumentou linearmente à medida que aumentou os níveis de torta de dendê na dieta ($P < 0,05$) (Tabela 7). O aumento linear dos valores encontrados nos índices de aterogenicidade no músculo *Longissimus dorsi* possivelmente ocorreu devido ao aumento observado das concentrações dos ácidos graxos saturados da carne, principalmente, o mirístico, palmítico e menores concentração de ácidos graxos poliinsaturados (Parodi, 2016).

Os índices de aterogenicidade (IA) e Índice de trombogenicidade (IT) indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto menores os valores de IA e IT maior é a quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos presentes em determinado óleo/gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (Turan et al., 2007; Tonial et al., 2010).

A relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico (h:H) apresentou ponto de mínima no nível de de 11,26%, com aumento a partir desse ponto. O aumento desta relação é desejável, pois melhora o valor nutricional dos ácidos graxos. Santos-Silva et al. (2002) consideram 2,0 como valor de referência para h:H, valores superiores a este caracterizam produtos saudáveis, pois são compostos de ácidos graxos hipocolesterolêmicos em sua maior parte. No presente estudo, observou-se valor médio de 0,855 da relação entre ácidos graxos h/H, valor abaixo do sugerido na literatura. De acordo com Bentes et al. (2009), quanto maior os valores de h/H, mais adequado nutricionalmente é a gordura dos alimentos.

Os somatórios de ácidos graxos n-3 e n-6 da carne não foram influenciados possivelmente devido ao teores de ácido linolênico e linoléico também não sofrerem influencia da inclusão da torta de dendê na dieta, visto que, estes ácido são as fontes mais importantes do n-3 e n-6 respectivamente (Hoffman; Wiklund, 2006).

Neste estudo, a relação n6: n3 não foi afetada pela inclusão da torta de dendê na dieta (Tabela 7). A relação n6: n3 é um importante indicador da qualidade nutricional da carne, pois, influencia os fatores de risco relacionados ao desenvolvimento de doenças cardíacas, câncer e formação de trombos ou coágulos que podem levar ao ataque cardíaco (Enser et al., 2001). Wood et al. (2003) recomenda que essa relação n6: n3 seja inferior a 4, contudo, no presente estudo, a relação n6: n3 variou de 13,28 a 25,71% acima do

recomendado, o que não é desejável.

Houve decréscimo linear ($P < 0,05$) para o teor de lipídeos totais e acréscimo linear ($P < 0,05$) para o colesterol da carne das vacas com a inclusão de torta de dendê na dieta (Tabela 7). A redução dos teores de lipídeos na carne das vacas ocorreu, possivelmente, devido à diminuição da produção de ácidos graxos no rúmen causada pela redução no teor de amido da dieta (Gómez et al., 2016). Os ácidos graxos voláteis propionato e acetato são as principais fontes de carbono para a síntese de triglicérides na gordura intramuscular e colesterol muscular, respectivamente (Wood et al., 2008; Hudson et al., 2020).

O aumento das médias do colesterol observado neste estudo pode estar relacionado com o aumento dos teores dos ácidos graxos saturados. Segundo Grundy & Denke (1990), os ácidos graxos saturados aumentam o nível de colesterol sanguíneo porque reduzem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzem o espaço livre para LDL na corrente sanguínea. O valor médio do colesterol encontrado neste estudo foi de 43,16 mg/100 g de músculo *Longissimus dorsi*. Garcia et al. (2008) observaram 40,3 e 45,8 gramas de colesterol/100 gramas de músculo em novilhos em pastejo e alimentados com grãos, respectivamente. Silva et al. (2021b) trabalharam com novilhos suplementados em pastagem, encontraram valor médio do colesterol de 40,94 mg/100 g de músculo.

4 Conclusões

A inclusão da torta de dendê em dietas para vacas de descarte aumenta os teores dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, ácidos graxos desejáveis (AGD), a relação ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico (h:H).

A torta de dendê pode ser incluída em dietas para vacas de descarte até o nível de 10%, sem prejudicar a qualidade nutricional da carne.

5 Referências bibliográficas

Absalome, A.; Massara, C.C.; Alexandre, A.A.; Gervais, K.; Chantal, . G.A.; Ferdinand, D.; RHEDOOR, A J.; Coulibaly, I.; George, T.G.; Brigitte, T.; Marion, M.; Jean-Paul, C. Biochemical properties, nutritional values, health benefits and sustainability of palm oil. **Biochimie**, v.178, p. 81-95, 2020.

Abubakr, A.R.; Alimon, A.R.; Yaakub, H.; Abdullah, N.; Ivan, M. Digestibility, rumen protozoa, and ruminal fermentation in goats receiving dietary palm oil by-products, **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 12, p. 147–154, 2013.

Abd el Tawab, A.M.; Khattab, M.S.A. Utilization of polyethylene glycol and tannase enzyme to reduce the negative effect of tannins on digestibility, milk production and animal performance. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.13, p.201-209, 2018.

Bannon, C.D.; Craske, J.D.; Hai, N.T.; Harper, N.L.; O’rourke, K.L. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. **Journal of Chromatography**, v. 217, 63-69, 1982.

Bentes, A.S.; Souza, H.A.L; Mendonça, X.M.F. et al. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 3, p. 97-108, 2009.

Bligh, E.G.; Dyer, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

Costa, R. G.; Fernandes, M.F.; Queiroga, R.C.R.E. Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.37, n. 4, p. 694-702, 2008.

Costa, D. A.; Colodo, J. C. N.; Ferreira, G. D. G.; Araújo, C. V.; Moreira, G. R. Uso da torta de dendê na alimentação de ruminantes. **Arquivos de Ciência, Veterinária e Zoologia**, v. 14, p. 133-137, 2011.

Cruz, C.H.; Silva, T.M.; Santana Filho, N.B.; Leão, A.G.; Ribeiro, O.L.; Carvalho, G.G.P.; Bezerra, L.R.; Oliveira, R.L. Effects of palm kernel cake (*Elaeis guineensis*) on intake, digestibility, performance, ingestive 49oung49te and carcass traits in Nellore bulls, **The Journal of Agricultural Science**, 1-8, 2019.

ChoI, S.H.; Park, S.K.; Choi, C.W.; LI, X.Z.; Kim, K.H.; Kim, W.Y.; Jeong, J.; Johnson, B.J.; Zan, L.S.; Smith, S.B. The Expression of Adipogenic Genes in Adipose Tissues of Feedlot Steers Fed Supplementary Palm Oil or Soybean Oil. **Asian-australasian 49oung49 of animal sciences**, v. 29, p. 404-412, 2016.

Daley, C.A.; Abbott, A.; Doyle, P.S.; Nader, G.A.; Larson, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Journal of Nutrition**. V.9, p.10, 2010.

Detmann, E.; Souza, M.A.; Valadares FILHO, S.C.; Queiroz, A.C.; Berchielli, T.T.; Saliba, E.O.S.; Cabral, L.S.; Pina, D.S.; Ladeira, M.M.; Azevedo, J.A.G. Métodos para análise de alimentos – INCT – Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p., 2012.

Demirel, G.; Ozpinar, H.; Nazli, B.; Keser, O. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. **Meat Science**, v.72, p. 229-235, 2006.

De Smet, S.; Raes, K., & Demeyer, D. Meatfatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v.53: p.81-98, 2004.

Enser, M.; Scollan, N.; Gulati. The effects of ruminally-protected dietary lipid on the lipid composition and quality of beef muscle. In: Proceedings Of The 47th International Congress Of Meat Science And Technology, 47, Krakow. 2001

Fernandes, A.R. M.; Sampaio, A.A.M.; Henrique, W.; Oliveira, E.A.; Oliveira, R.V.; Leonel, F.R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 38, p. 328-337, 2009.

Garcia, P.T.; Pensel, N.A.; Sancho, A.M.; Latimori, N.J.; Kloster, A.M.; Amigone, M.A.; Casal, J.J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**. V.79, p.500-8, 2008.

Goméz, L.M.; Posada, S.L.; Oliveira, M. Starch in ruminant diets: a review. **Revista Colombiana Ciencias Pecuarias**, 29, 2016.

Grundy, S.M.; Denke, M.A. Dietary influences on 500mg lipids and lipoproteins. **Journal Lipid Research**, v. 31, p. 1149-1172, 1990.

Hausman, G.J.; Dodson, M.V.; Ajuwon, K.; Azain, M.; Barnes, K.M.; Guan, L.L.; Jiang, Z.; Poulos, S.P.; Sainz, R.D.; Smith, S.; Spurlock, M.; Novakofski.; FERNYHOUGH.; BERGEN, W.G. Board-invited review: The biology and regulation of preadipocytes and adipocytes in meat animals. **Journal of animal Science**, v. 87, p. 1218-1246, 2009.

Hautrive, T.P.; Marques, A.C.; Kubota, E.H. Avaliação da composição centesimal, Colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes carnes comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 23, p. 327-34, 2012.

Hayashi, A.; Medeiros, S.R.; Carvalho, M.H. et al. Conjugated linoleic acid (CLA) effects on pups growth, milk composition and lipogenic enzymes in lactating rats. **Journal of Dairy Research**, v.74, p.160-166, 2007.

Halmemies-Beauchet-Filleau, A.; Rinne, M.; Lamminen, M.; Mapato, C.; Amparon, T.; Wanapat, M.; Vanhatalo, A. Review: Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects. **Animal**, v. 12, p. 295-309, 2018.

Herdmann, A.; Martin, J.; Nuernberg, G.; Dannenberger, D., & Nuernberg, K. Effect of dietary n-3 and n-6 PUFA on lipid composition of different tissues of German Holstein bulls and the fate of bioactive fatty acids during processing. **Journal OF Agricultural**

And Food Chemistry, v. 58, p. 8314-8321, 2010.

Hoffman, L. C.; Wiklund, E. Game and venison – meat for the modern consumer. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 197–208, 2006.

Hudson, N.J.; Reverter, A.; Griffiths, W.J.; Yutuc, E.; Wng, Y.; Jeanes, A.; MC'William, S.; Pethik, D.W.; Greenwood, P.L. Gene expression identifies metabolic and functional differences between intramuscular and subcutaneous adipocytes in cattle. **BMC Genomics** v. 21, p.77, 2020.

Kazala, E. C.; Lozeman, F. J.; Mir, P. S.; Laroche, A.; Bailey, D. R. C.; Weselake, R. J. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 1717-1725, 1999.

Karami, M.; Ponnampalam, E.N.; Hopkins, D.L. The effect of palm oil or canola oil on feedlot performance, plasma and tissue fatty acid profile and meat quality in goats. **Meat Science**, v. 94, p. 165-169, 2013.

Kim E.J.; Huws A.S.; Lee M.R.F.; Scollan N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **Journal of Animal Science**, v.22, n.9, p.134-150, 2009.

Leite, L. C.; Lanna, D. P. D. Avanços no estudo do metabolismo de lipídeos: perfil da gordura depositada na carne ou secretada no leite de ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2., 2009, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: Editora 5D, 2009. P. 147-164.

Lisboa, M. M.; Silva, R. R.; Silva, F.F.; Carvalho, G.G.P.; Silva, J. W.D.; Paixão, T.R.; Silva, A.P.G.; Carvalho, V.M.; Santos, L.V.; Santos, M.C.; Lima Júnior, D.M. Replacing sorghum with palm kernel cake in the diet decreased intake without altering crossbred cattle performance. **Tropical Animal Health and Production**, 53:45, 2021.

Li, X.Z.; Yan, C.G.; Gao, Q.S.; Yan, Y.; Choi, S.H.; Smith, S.B. Adipogenic/lipogenic gene 51oung51tes5151 and fatty acid composition in 51oung, loin, and round muscles in response to grain feeding of Yanbian Yellow cattle. **Journal of animal Science**, v. 96, p. 2698-2709, 2018.

Marset, J.B.; Comas, M.T.; Bassols, M.M.; Rodríguez, E.B. Ácido esteárico y salud cardiovascular. **Actividad Dietética**, v.13, n.4, p.161-172, 2009.

Maia, M.O.; Parente, H.N.; Araújo, V.M. Utilização de lipídeos na dieta de pequenos ruminantes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.14, p.127-131, 2011.

Mensink, R.P.; Katan, M.B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v.12, p.911-919, 1992.

Moholisa, E.; Strydom, P. E.; Hugo, A. The effect of beef production system on proximate composition and fatty acid profile of three beef muscles. **South African Journal of**

Animal Science, v. 48, p. 296, 2018.

Moorby, J.M; Fraser, M.D. Review: New feeds and new feeding systems in intensive and semi-intensive forage-fed ruminant livestock systems, **Animal**, 100297, 2021.

Mwangi, F. W.; Charmley, E.; Gardiner, C. P.; Malau-Aduli, B. S.; Kinobe, R. T. Malau-Aduli, E. O. Diet and Genetics Influence Beef Cattle Performance and Meat Quality Characteristics. **Foods**, v. 8, p.648, 2019.

Oliveira, R. L.; Ribeiro, O. L.; Bagaldo, A. R.; Lima, L. S.; Borja, M. S.;Correia, B. R.; Costa, J. B.; Leão, A. G. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, p.881-892, 2011.

Oliveira, R. L.; Leão A.G.; Ribeiro, O. L.; Borja, M. S.; Pinheiro, A.A.; Oliveira, R.L.; Santana, M.C.A. Biodiesel by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuárias**, v. 25, p. 627-638, 2012.

Oliveira, R.L.; Neto, S.G.; Lima, F.H.S.de.; Medeiros, A.N.de.; Bezerra, L.R.; Pereira, E.S.; Bagaldo, A.R.; Pellegrini, C.B.de. e Correia, B.R. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. **Animal Science Journal**, 2015.

Oliveira, R.L.; Carvalho, G.G.P.; Oliveira, R.L.; Tosto, M.S.L.; Santos, E.M.; Ribeiro, R.D.X.; Silva, T.M.; Correia, B.R.; Rufino, L.M.A. 2017. Palm kernel cake obtained from biodiesel production in diets for goats: feeding behavior and physiological parameters, **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, p.1401-1407, 2017.

Park, S.; Yang, Z.; Choi, C.; Kim, K.; Lee, H.; Oh, Y.; Jeong, J.; Lee, J.; Smith, S.B.; Choi, S. Carcass and Meat Characteristics and Gene Expression in Intramuscular Adipose Tissue of Korean Native Cattle Fed Finishing Diets Supplemented with 5% Palm Oil. **Korean Journal of Animal Resources**, v. 37, 168-174, 2017.

Palmquist, D.L.; Mattos, W.R.S. Metabolismo de lipídeos, in: BERCELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.), *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2011. P.299-321.

Pimentel, L.R.; Silva, F.F.; Silva, R.R.; Schio, A.R.; Rodrigues, E.S.O.; Oliveira, P.A. Feeding behavior of lactating cows fed palm kernel cake in the diet. **Acta Scientiarum**, v. 37, p. 83-89, 2015.

Prado, I. N.; Maggioni, D.; Abrahão, J. J. S.; Zawadzki, F.; Valero, M. V.; Marques, J. A.; Ito, R. H.; Perotto, D. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n.4, p. 1461-1476, 2011.

Ribeiro, R.D.X.; Medeiros, A.N.; Oliveira, DE Araújo, R. L.; G.G.L., Queiroga, R. DE C. DO E.; Ribeiro, M.D.; Silva, T.M.; Bezerra, L.R.; Oliveira, R. L. Palm kernel cake from the biodiesel industry in goat kid diets. Physicochemical composition, fatty acid

profile and sensory characteristics of meat. **Small Ruminant Research**, v.165, p. 1-7, 2018.

Rossato, L.V.; Bressan, M.C.; Rodrigues, E.C.; Gama, L. T.; BESSA, R.J. B.; & ALVES, S.P. A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1127-1134, 2010.

Saldanha, T.; Mazalli, M.R.; Bragagnolo, N. Avaliação comparativa entre Dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.24, p.109-113, 2004.

Santos-Silva, J.; Bessa, R.J.B.; & Santos-Silva, F.J.L.P.S. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v.77, p.187-194, 2002.

Santana Filho, N. B. **Características de carcaça e qualidade da carne de tourinhos nelore submetidos a dietas com níveis de torta de dendê, oriunda da produção do biodiesel**. 2013, 101p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-Bahia.

Santana Filho, N. B.; Oliveira, R. L.; Cruz, C. H; Leão, A. G.; Ribeiro, O. L; Borja, M. S; Silvaa T. M; Abreu C. L. Physicochemical and sensory characteristics of meat from young Nelore bulls fed different levels of palm kernel cake. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, p.3590-3595, 2016.

Salami, S.A.; Luciano, G.; O’Grady, M.N.; Bondi, L.; Newbold, C.J.; Kerry, J.P.; PRIOLO, A.L. Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production, **Animal Feed Science Technology**, v. 251, p. 37-55, 2019.

Santos R.D.; Gagliardi A.C.M.; Xavier H.T.; Magnoni C.D.; Cassani R.; Lottenberg A.M. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.100, p.1-40, 2013.

Santos, R.C.; Alves, K.S.; Mezzomo, R.; Oliveira, L.R.S.; Cutrim, D.O.; Gomes, D.I.; Leite, G.P.; Araujo, M.Y.S. Performance of feedlot lambs fed palm kernel cake-based diets, **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 367–372, 2016.

Santos, L.V.; Silva, R.R.; Silva, F.F.; Silva, J.W.D.; Barroso, D.S.; Silva, A.P.G.; Souza, S.O.; Santos, M.C. Increasing levels of palm kernel cake (*Elaeis guineensis* Jacq.) in diets for feedlot cull cows. **Chilian Journal of Agricultural Research**, v.79, p. 628-635, 2019.

Smith, S.B., Gill, C.A.; Lunt, D.K., Brooks, M.A. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 22, p.1225-1233, 2009.

Silva, R.M.D.; Restle, J.; Bilego, U.O.; Missio, R.L.; Pacheco, P.S.; & Prado, C.S. Características físico-químicas da carne de tourinhos zebuínos e europeus alimentados com níveis de grão de milheto na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.15, p.20-31, 2014.

Silva, R. R.; Prado, I. N.; Silva, F. F.; Rotta, P. P.; Rodrigues, L. B. O.; Prado, R. M.; Mesquita, B. M. A. C.; Alba, H. D. R.; Carvalho, G. G. P. Fatty acid profile and Chemical composition of meat from Nellore steers finished on pasture with different amount of supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, 2021b.

Silva, L.F.; Barbosa, A.M.; Silva Júnior, J.M.; Oliveira, V. S.; Gouvêia, A. A. L.; Silva, T. M.; Nascimento, T. V.C.; Bezerra, L. R.; Oliveira, R. L. Growth, physicochemical properties, fatty acid composition and sensorial attributes from longissimus lumborum of 540ung bulls fed diets with containing licuri cake: Meat quality of bulls fed licuri cake. **Livestock Science**, 10477, 2021^a.

Scollan, N. ; Hocquette, J.F. ; Nuernberg, K. Et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, p.17-33, 2006.

Smith, S. B.; Lunt, D. K.; Chung, K. Y.; Choi, C. B.; Tume, R. K.; And Zembayashi, M. Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, 478-486, 2006.

Tonial, I.B.; Oliveira, D.F.; Bravo, C.E.C. et al. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar* L.). **Revista de Alimentos e Nutrição**, v.21, p.93- 98, 2010.

Turan, H.; Sönmez, G.; Kaya, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fish Science**, v.1, p.97-103, 2007.

Wood, J.D.; Richardson, R.I.; Nute, G.R; Fisher, A.V.; Campo, M.M; Kasapidou, E.; Sheard, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.

Wood, J.D.; Enser, M.; Fisher, A.V.; Nute, G.R.; Sheard, P.R.; Richardson, R.I.; Whittington, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v.78, 343-358, 2008.

Watkins, C. Palmeiras Africanas em Solos Brasileiros: Transformação Socioecológica e a Construção de uma Paisagem Afro-Brasileira. *Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC)*. **Revista De La Solcha**, v.10, p.150-193, 2020.

Willis, W.M.; Lencki, R.E.; Marangoni, A.G. Lipid modification strategies in the production of nutritionally functional fats and oils. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Cleveland**, v. 38, p. 639-674, 1998.

Wilkinsin, J.M.; Lee, M.R.F. Review: Use of human-edible animal feeds by ruminant livestock, **Animal**, v. 12, p.1735-1743, 2018.

IV – CAPÍTULO II

Manuscrito de acordo com as normas da revista Tropical Animal Health and Production

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE NOVILHAS TERMINADAS À PASTO SUPLEMENTADAS COM TORTA DE DENDÊ

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos da torta de dendê sobre perfil de ácidos graxos, composição centesimal, teor de colesterol e qualidade da carne de novilhas terminadas à pasto. Foram utilizadas 32 novilhas mestiças ($1/2$ Holandês x $1/2$ Zebu) em fase de terminação, com idade média de 20 meses e peso inicial de $314,06 \pm 28,69$ kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e oito repetições, manejados em pastejo intermitente de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Os tratamentos consistiram na inclusão dos níveis de 0, 15, 30 e 45% de torta de dendê na matéria seca do suplemento concentrado, o qual forneceu-se a proporção de 0,4% do peso corporal dos animais. A inclusão da torta de dendê não afetou a composição centesimal da carne de novilhas mestiças na fase de terminação ($P > 0,05$), com exceção dos lipídeos totais. Para o perfil de ácidos graxos saturados, houve diferença apenas do ácido graxo tridecanoico (C13:0), que apresentou efeito quadrático com ponto mínimo no nível de 18,50% e linear crescente para o ácido palmítico (C16:0). Os resultados do perfil ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* não foram afetados ($P > 0,05$) pela inclusão da torta de dendê no concentrado. Na avaliação dos ácidos graxos poli-insaturados, somente o ácido eicosapentaenóico (EPA) que teve efeito linear crescente. Não houve influência ($P > 0,05$) da dieta para os índices de atividade da $\Delta 9$ dessaturase. Houve efeito significativo ($P > 0,05$) linear crescente para os ácidos graxos desejáveis (AGD), relação h:H e decrescente para os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT). A torta de dendê pode ser incluída em suplementos para novilhas mestiças no nível de até 45% sem afetar a qualidade da carne.

Palavras-chave: Bovino de corte, *Elaeis guineenses*, qualidade da carne, ruminantes

IV - CHAPTER II

CHEMICAL COMPOSITION AND FATTY ACIDS PROFILE OF HEIFERS' MEAT FROM PASTURE SYSTEM FINISHMENT FED PALM KERNEL CAKE

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of palm kernel cake on fatty acid profile, proximate composition, cholesterol content and meat quality of heifers finished on pasture system. It was used thirty-two crossbred heifers (1/2 Holstein x 1/2 Zebu) on feedlot system, with a mean age of 20 months and initial weight of 314.06 ± 28.69 kg. The animals were randomly distributed in a completely randomized design (CRD), with four treatments and eight replications, managed in intermittent grazing of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. The treatments consisted on inclusion levels of 0, 15, 30 and 45% of palm kernel cake on the dry matter of the concentrated supplement, which was provided in the proportion of 0.4% of the animals' body weight. The inclusion of palm kernel cake did not affect the proximate composition of the meat of crossbred heifers in the finishing phase ($P > 0.05$), with the exception of total lipids ($P = 0.038$). For the saturated fatty acid profile, there was a statistical difference ($P = 0.018$) only for the Tridecanoic fatty acid (C13:0) which presented a quadratic effect with a minimum point at the level of 18.50%. The results of the monounsaturated fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle were not affected ($P > 0.05$) by the inclusion of palm kernel cake in the concentrate. For the evaluation of polyunsaturated fatty acids, only eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5n3) had an increasing linear effect ($P = 0.012$). There was no influence ($P > 0.05$) of the diet on the indices of $\Delta 9$ desaturase activity and also for any of the variables of the nutritional quality index in the meat muscle. There was a significant ($P > 0.05$) linear increasing effect for desirable fatty acids (AGD), h:H ratio and decreasing for atherogenicity (AI) and thrombogenicity (IT) indices. The palm kernel cake can be included in the supplementation for heifers finished on pasture up to 45%, corresponding to 9% of the total diet, not affecting the fatty acid profile and meat's quality.

Keywords: Beef cattle, *Elaeis guineenses* ruminant, meat quality

1. Introdução

A produção de ruminantes a pasto configura-se no sistema mais sustentável de produção desses animais, sobretudo do ponto de vista econômico e ambiental (Cardoso et al., 2016). No entanto, em pastos tropicais (i.e. *Brachiaria* e *Panicum*) a variação no regime de chuvas limita a produção de fitomassa ao longo do ano, resultando em grandes variações na capacidade de suporte da pastagem (Costa et al., 2021). Neste contexto, o uso de suplementos surge como alternativa promissora e sustentável, principalmente na época da seca do ano (Carvalho et al., 2017; Tambara et al., 2021).

Com a crescente demanda por produtos de origem animal, é necessário investimentos em insumos visando atender às exigências nutricionais dos animais nos diversos sistemas de produção (Oliveira et al., 2011). Assim, estudos visando a utilização de produtos alternativos para alimentação bovina e que atendam às exigências nutricionais dos animais é uma ferramenta fundamental para diminuir custos de produção, visto que, os ingredientes tipicamente utilizados para suplementação, como o farelo de soja e de milho, apresentam custos elevados.

A suplementação com coprodutos agroindustriais na alimentação animal pode ser uma estratégia tanto para reduzir os custos de produção, como para influenciar a qualidade da carne, especialmente no caso de coprodutos que contêm quantidades apreciáveis de óleos vegetais, que podem contribuir para aumentar o teor de ácidos graxos insaturados da carne de ruminantes (Chiofalo et al., 2020).

A qualidade da carne bovina é um fator muito importante para o consumidor, uma vez que a compra é definida por características como a cor, a proporção de gordura, a maciez, dentre outros aspectos. Os lipídeos contribuem significativamente nos parâmetros de qualidade citados acima, pois são responsáveis pela palatabilidade dos alimentos, além de trazer influências para a maciez e valor nutricional da carne (Chiofalo et al., 2020). O valor nutricional vem sendo alvo de grande preocupação quanto a aspectos relacionados à saúde, uma vez que a carne bovina possui grande quantidade de gordura saturada.

Dessa forma, os coprodutos agroindustriais, como a torta de dendê, pode ser uma opção promissora para suplementação de bovinos terminadas à pasto, pois, se trata de um ingrediente de baixo custo e abundante nas regiões de produção do biodiesel.

O potencial da torta de dendê como suplemento na alimentação de ruminantes se deve principalmente ao seu valor nutritivo contendo níveis consideráveis de óleo, fibra e

proteína (Santos et al., 2019). Assim, a torta de dendê, pode substituir os ingredientes da dieta que geram maior custo, como por exemplo, o farelo de soja principal ingrediente proteico e o milho e sorgo ingredientes energéticos utilizados para alimentação dos ruminantes.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da torta de dendê sobre perfil de ácidos graxos, composição centesimal, teor de colesterol e índices nutricionais da carne de novilhas terminadas à pasto.

2. Material e métodos

A pesquisa foi conduzida com estreita conformidade da legislação brasileira sobre pesquisas com o uso de animais, adotada pelo Conselho Nacional de Controle Experimental (CONCEA). Foi anteriormente aprovada pela comissão de ética no uso de animais (CEUA), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, localizada em Itapetinga, Bahia, Brasil, sob o protocolo 161/2017 utilizando fêmeas bovinas terminadas em confinamento.

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Princesa do Mateiro, localizada no município de Ribeirão do Largo, região Sudoeste do Estado da Bahia. A área experimental está localizada a 15° 09' 07" de latitude sul, 40° 15' 32" de longitude oeste, caracterizando-se por possui clima tropical úmido, com precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27 °C e altitude de 709 m.

2.1 Período experimental, animais e tratamentos

Foram utilizadas 32 novilhas mestiças ($1/2$ Holandês x $1/2$ Zebu) em fase de terminação, com idade média de 20 meses e peso inicial de $314,06 \pm 28,69$ kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e oito repetições por tratamento.

Os animais foram distribuídos em uma área experimental de 14 hectares, divididos em 12 piquetes de área semelhante, com aproximadamente 1,17 hectares cada, formada por pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, providos de cochos plásticos com dimensionamento de 70 centímetros (cm) linear por animal com acesso bilateral e bebedouro de concreto com boia, com capacidade de 500 litros.

Os 4 grupos foram alocados aleatoriamente em um conjunto de 4 piquetes, onde

era realizado o rodizio a cada 7 dias entre eles, até que cada grupo passasse por esses 4 piquetes num período de 28 dias. Então, um novo conjunto de 4 piquete era definido e repetido o processo.

Os tratamentos consistiram em:

0% = controle (sem inclusão de torta de dendê no concentrado);

15% = inclusão de 15% de torta de dendê na matéria seca do concentrado;

30% = inclusão de 30% de torta de dendê na matéria seca do concentrado;

45% = inclusão de 45% de torta de dendê na matéria seca do concentrado.

O suplemento concentrado foi formulado segundo o NRC (2000), objetivando ganho médio diário de 600 g.dia⁻¹, com razão volumoso:concentrado 80:20. Os animais receberam alimentação no cocho uma vez ao dia, às 10h00min, na quantidade de 0,4% do peso vivo, sendo realizado o ajuste da quantidade fornecida através da pesagem dos animais em jejum (12 horas) a cada início de período experimental (28 dias). Os animais foram submetidos previamente a um período de adaptação de 14 dias às dietas e manejo.

Na Tabela 1 encontra-se a composição química dos ingredientes usados na formulação dos suplementos fornecidos aos animais.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes usados nos suplementos, em porcentagem da matéria seca.

Nutrientes (%)	Torta de dendê	Sorgo moído	Fubá de milho	Farelo soja
Matéria seca	87,85	86,10	87,45	88,27
Matéria orgânica	96,61	98,75	98,62	93,24
Matéria mineral	3,39	1,25	1,38	6,76
Proteína bruta	15,62	8,55	9,85	53,60
Extrato etéreo	8,46	3,55	3,71	2,79
FDNcp ¹	67,72	12,67	13,97	14,46
CNFcp ²	4,82	73,98	70,69	23,38
Lignina	18,87	1,35	1,42	0,64

¹Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ²Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína.

A participação em percentual dos ingredientes e composição química dos suplementos e da forragem (*Urochloa brizanta* cv. Marandu) estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos e da forragem (*Urochloa brizanta* cv. Marandu).

Proporção dos ingredientes (% MS ¹)	Níveis de inclusão de torta de dendê (% MS)			
	0	15	30	45
Torta de dendê	0,0	15,0	30,0	45,0
Sorgo	20,0	20,0	20,0	20,0
Fubá de milho	51,2	38,3	25,5	12,7
Soja	20,1	17,9	15,8	13,6
Ureia	5,9	5,9	5,9	5,9
Sal Mineral ²	2,7	2,7	2,7	2,7
Total	100	100	100	100

Coposição química das dietas fornecidas (% MS ¹)	<i>Urochloa brizanta</i> *				
Matéria seca	25,06	87,21	86,11	86,76	86,35
Matéria orgânica	88,92	94,94	94,79	94,73	94,97
Matéria mineral	11,08	5,06	5,21	5,27	5,03
Proteína bruta	8,70	34,35	34,24	34,13	34,05
Extrato etéreo	2,04	2,86	3,51	4,37	5,23
FDNcp ³	66,36	14,88	22,64	31,73	39,26
CNFcp ⁴	11,82	53,69	45,24	35,34	27,28
FDNi ⁵	23,71	3,04	9,48	13,65	15,29
NDT ⁶	48,12	70,42	66,15	66,11	61,90

*Pastejo simulado; ¹Matéria seca; ²Composição: cálcio 235 g; fósforo 60 g; magnésio 16 g; enxofre 12 g; sódio 107 g; cobalto 150 mg; cobre 1600 mg; iodo 190 mg; manganês 1400 mg; ferro 1000 mg; selênio 32 mg; zinco 6000 mg; Flúor (máximo) 1600 mg; ³Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁴Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; ⁵Fibra insolúvel em detergente neutro; ⁶Nutrientes digestíveis totais obtido.

2.2 Análises Químicas: Composição nutricional do volumoso e concentrados.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Métodos e Separações Químicas (LABMESQ), pertencente à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

Para determinar a composição química das amostras de forragem, bagaço de cana e concentrados utilizou-se a metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 C° por 72 horas, logo após foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm e analisadas para obtenção dos teores de MS matéria seca (MS), segundo método INCT– CA G-001/1;

matéria mineral (MM), segundo método INCT– CA M-001/1; proteína bruta (PB), segundo método INCT–CA N-001/1; extrato etéreo (EE), segundo método INCT–CA G-004/1; fibra em detergente neutro (FDN), segundo método INCT–CA F- 002/1; e correções para proteína e cinzas (FDNcp), respectivamente, segundo método INCT–CA N-004/1 e INCT–CA M-002/1; fibra em detergente ácido (FDA), segundo método INCT–CA F-004/1; correções para proteína e cinzas (FDAcp), respectivamente, segundo método INCT–CA N-005/1 e INCT–CA M-003/1; lignina, segundo método INCT– CA F-005/1; Fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), segundo método INCT– CA F-009/1.

Para a determinação do teor de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) das amostras de forragem e fezes, utilizou-se a equação proposta por Weiss (1999):

$$\text{CNFcp} = 100 - \text{PB} - \text{EE} - \text{FDNcp} - \text{MM}$$

Onde: CNFcp: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; PB: teor de proteína bruta; EE: teor de extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína. MM: teor de matéria mineral. Todos expressos em % da MS.

Para a determinação dos CNFcp dos suplementos, foi utilizada a equação proposta por Hall (2003) com correção para a ureia, visto que, os suplementos utilizados continham esse composto em sua formulação, utilizando-se a equação a seguir:

$$\text{CNFcp} = 100 - [(\text{PB}\% - \text{PB}\% \text{ da ureia} + \text{ureia}\%) + \text{EE} + \text{FDNcp} + \text{MM}]$$

Onde: CNFcp: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; PB: teor de proteína bruta do suplemento concentrado; PB% da ureia: equivalente proteico da ureia; ureia%: teor de ureia no suplemento concentrado; EE: teor de extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína. MM: teor de matéria mineral. Todos os termos são expressos em % da MS.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da forragem e suplementos foi calculado por meio da equação proposta por Weiss (1999): $\text{NDT} = (\text{PBD} + \text{FDNcpD} + \text{CNFcpD}) + (2,25 \times \text{EED})$

Onde: NDT: nutrientes digestíveis totais;
PBD: Proteína bruta digestível;

FDNcpD: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína;

CNFcpD: Carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteínas digestível; EED: Extrato etéreo digestível. Todos expressos em % da MS.

2.3 Abate dos animais e análises da carne

2.3.1 Obtenção das amostras

Ao final de cada experimento, os animais foram pesados e conduzidos até o frigorífico comercial, na cidade de Itapetinga, localizado no Sudoeste do Estado da Bahia, onde procedeu o abate, segundo normas estabelecidas pela instrução normativa n° 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, obedecendo ao fluxo de abate normal do frigorífico. Os animais foram insensibilizados por meio de concussão cerebral (pistola pneumática), seguido do abate pela secção da veia jugular.

Na meia carcaça direita foi feito um corte horizontal entre a 12ª e a 13ª costela, objetivando expor o músculo *Longissimus dorsi*. Os músculos foram embalados inicialmente com papel filme, em seguida com papel alumínio, para evitar queima pelo congelamento, identificados e separados individualmente em sacos plásticos, sendo, imediatamente, armazenados à temperatura de -10°C, até realização das análises laboratoriais de composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol, que ocorreram no Laboratório de Misturas e Separações Químicas (LABMESQ) pertencente à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB.

2.3.2 Composição Química

2.3.3 Umidade

Para a determinação da umidade foi pesado aproximadamente 2 g de carne, adicionados em cadinhos e levados a estufa sem circulação de ar, a uma temperatura de 100 a 105°C por 4 h. Posteriormente, retirados, colocados em dessecador e submetidos a uma nova pesagem. As amostras foram levadas à estufa por períodos de 30 minutos até

obtenção de peso constante, no qual se calculou o teor de umidade nas amostras (AOAC, 2010).

2.3.4 Matéria mineral

A determinação da matéria mineral foi obtida de acordo o método gravimétrico 923.03 da AOAC (2010). Sequencialmente, a análise de umidade, as amostras da carne foram levadas ao forno mufla, para sua queima durante 6 h a uma temperatura de 550°C, em seguida, colocados no dessecador até peso constante, seguidos por uma nova pesagem.

2.3.5 Proteína

A proteína bruta foi analisada segundo o método Micro-Kjeldahl (procedimento 920.87) da AOAC (2010), que se baseia na quantificação do nitrogênio total e, pelo fator de conversão de 6,25, determina-se o valor da proteína bruta.

2.3.6 Lipídeos totais

A extração da fração lipídica foi realizada com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v), segundo Bligh & Dyer (1959), no qual foram pesadas cerca de 15g ($\pm 0,1$ mg) de amostra em um béquer de 250 mL e adicionado 15 mL de clorofórmio e 30 mL de metanol. Após agitação por 5 minutos, foram adicionados mais 15 mL de clorofórmio, agitados por mais 2 minutos e acrescidos 15 mL de água destilada e agitado novamente por mais 5 minutos. Posteriormente, o homogeneizado foi filtrado por meio de um filtro de papel Whatman n° 1 acoplado em um funil Buchner usando pressão a vácuo.

Após a filtração foi adicionado ao resíduo mais 10 mL de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Realizou-se uma nova filtração fazendo-se uso do mesmo papel de filtro e o béquer lavado com 10 mL de clorofórmio. O filtrado obtido foi transferido para um funil de separação. Após a separação das fases, a inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente pesado vazio, e levado para o rota-vapor (banho-maria a 33°-34°).

A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídeos determinado gravimetricamente. Após pesagem, foi adicionado 2mL de N-heptano e o resíduo restante

foi acondicionado em microtubos tipo eppendorf e armazenado em freezer (2 a 8°C) para posterior transesterificação.

2.3.7 Colesterol

A determinação do colesterol na carne seguiu a metodologia descrita por Saldanha et al. (2004). No procedimento realizado para extração da matéria insaponificável, utilizaram-se tubos Falcon, com capacidade de 50 mL, onde foram adicionados 2,0 g de amostra de carne trituradas e homogeneizadas, 4,0 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 50% (m/v) e 6,0 mL de álcool etílico P.A. Após agitação em vórtex por um minuto, a mistura permaneceu em repouso durante 22 horas, ao abrigo da luz e a temperatura ambiente. Posteriormente, foi adicionada a mistura 5,0 mL de água destilada e 10 mL de n-hexano P.A, e novamente agitados por 5 minutos em vórtex. Em seguida, essa nova mistura foi adicionada em um funil de decantação e após a completa separação das fases foi coletada a fase hexânica em balão de fundo redondo e rotaevaporado os solventes voláteis, restando um resíduo (matéria graxa total) no qual foi diluído em 2,5 mL de fase móvel constituída pela mistura dos solventes acetonitrila e isopropanol na proporção (85:15, v /v).

O resíduo diluído na fase móvel foi filtrado por meio de uma membrana de fluoreto de polivinilidieno (PVDF), com diâmetro do poro de 0.45 µm sendo acondicionadas em microtubos tipo eppendorf sob refrigeração para posterior análise por cromatografia líquida.

Para a determinação do colesterol utilizou-se um cromatográfico líquido de alta eficiência (HPLC) (Shimadzu) equipado com desgaseificador (DGU – 20 A5) e duas bombas (LC-20 AT com detector UV). A coluna analítica utilizada foi uma C18 (250 mm x 4,6mm x 3,5 µm). A fase móvel constitui-se de acetonitrila e isopropanol (85:15), na vazão de 2 mL/min, volume de injeção de 20µL da amostra, e tempo de análise de 30 minutos. Os cromatogramas foram processados a 202nm. Foram construídas curvas analíticas para todos os analitos por injeção de soluções padrão dos compostos, relacionando a solução à concentração com a resposta do equipamento (área do pico), e as concentrações das amostras dos analitos foram calculadas pela interpolação de seus sinais analíticos nas curvas analíticas. A identificação do colesterol foi realizada por meio da comparação do tempo de retenção das amostras, com o padrão e a quantificação através das áreas correspondentes dos picos. Os dados cromatográficos foram processados com

o Software LabSolutions® (Shimadzu).

2.4 Perfil de ácidos graxos

2.4.1 Transesterificação dos triacilgliceróis

O procedimento seguiu a metodologia descrita por Bannon et al., (1982). Pesou-se aproximadamente 150 mg de lipídeos extraídos de cada amostra, colocou-se em tubos com tampas rosqueáveis, adicionou-se 5 mL de solução de metóxido de sódio 0,25 mol/L⁻¹ em metanol-dietil éter (1:1), e agitou por 3 minutos. A essa mistura, foram adicionados 2 mL de iso-octano e 10 mL de solução saturada de cloreto de sódio. O tubo foi agitado novamente e deixado em repouso para que houvesse a separação das fases, a parte sobrenadante foi coletada e transferida para microtubos tipo eppendorf, devidamente identificados, para realização da análise cromatográfica.

2.4.2 Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa, em um equipamento modelo GC-2010 Plus marca Shimadzu com Detector de Ionização de Chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida Rt-2560 (100m, 0,25mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de 40 mL.min⁻¹ para o gás de arraste (H₂); 30 mL.min⁻¹ para o gás auxiliar (N₂) e 400 mL.min⁻¹ para o ar sintético da chama. A razão da divisão da amostra foi de 90:10. Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 225°C e 260°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140°C por 5 minutos, seguido por uma rampa de 3°C/min até atingir 245°C por 20 minutos. O tempo total de análise foi de 60 minutos. As injeções foram realizadas em duplicata e os volumes das injeções foram de 1,0 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software GCSolution®.

2.4.3 Identificação dos ésteres metílicos

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação de tempo de retenção dos constituintes da amostra com uma mistura de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Mix C4-C24-18919-1 AMP, Supelco) e

por comparação com os tempos de retenção com os ésteres metílicos de padrões contendo os isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoleico (O-5632 Sigma, EUA).

Para a avaliação da resposta do detector de ionização de chama foi utilizada uma solução de mistura constituída de padrões (Sigma) de ésteres metílicos de ácidos graxos em concentração conhecida, sendo calculado através da equação proposta por Ackman, R. (1972). Estes fatores foram obtidos a partir da média de sete repetições:

$$FR = (A_{23:0} * C_x) / (A_x * C_{23:0})$$

Em que:

FR= Fator de resposta em relação ao tricosanoato de metila;

A_{23:0}= área do tricosanoato de metila;

C_x= concentração de ésteres metílicos de ácidos graxos;

A_x = área do éster metílico de ácido graxo; e

C_{23:0}= concentração tricosanoato de metila;

A quantificação de ácidos graxos da carne *in natura* em mg. g⁻¹ de lipídeos totais foi realizada utilizando o padrão interno tricosanoato de metila (23:0) (Sigma, EUA). Após a pesagem dos lipídeos (~150 mg) para transesterificação foram adicionados a todas as amostras com auxílio de uma micropipeta, 1000 µl da solução de padrão interno com concentração conhecida (1,00 g.mL⁻¹). Os cálculos da concentração dos ácidos graxos contidos nas amostras foram realizados conforme (Visentainer & Franco 2006).

$$C \text{ (g100g}^{-1}\text{)} = (AEM * M_{23:0} * FCT) / (A_{23:0} * MA * FCEA)$$

Em que:

AEM = área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos;

A_{23:0} = área do padrão interno;

M_{23:0} = massa do padrão interno adicionado a amostra (em miligramas);

MA = massa da amostra (em gramas);

FCT = fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos; e

FCEA = fator de conversão para expressar os resultados em mg de ácidos graxos/g de lipídeos totais (LT).

2.4.4 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos da carne *in natura*

Os ácidos graxos desejáveis foram calculados por meio do somatório dos ácidos: (C18:0+AGMI+AGPI). A qualidade nutricional da fração lipídica da carne *in natura* foi avaliada por meio do índice de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT), a partir dos resultados obtidos para os ácidos graxos encontrados nas amostras. Os cálculos foram realizados segundo Ulbricht & Southgate (1991):

$$IA = (C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0) / (\Sigma AGMI + \Sigma n-6 - \Sigma n-3)$$

$$IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / ((0,5 * \Sigma AGMI) + (0,5 * \Sigma n-6) + (3 * \Sigma n-3) + (\Sigma n-3 / \Sigma n-6))$$

Em que:

$\Sigma AGMI$ = Somatório de ácidos graxos monoinsaturados;

$\Sigma n-6$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-6;

$\Sigma n-3$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-3; e

$\Sigma n-3 / \Sigma n-6$ = relação dos ácidos graxos da família ômega 6 e 3

Após a identificação dos ácidos graxos, procedeu a determinação dos índices de $\Delta-9$ dessaturase, conforme as equações propostas por Bichi et al. (2012) e Malau-Aduli et al. (1997):

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } 14 = C14:1 / (C14:1 + C14:0)$$

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } 16 = C16:1 / (C16:1 + C16:0)$$

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } 18 = C18:1 / (C18:1 + C18:0)$$

2.5 Análises Estatísticas

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2001). Os critérios adotados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação, calculado como a relação entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos, e a significância observada dos coeficientes de regressão, por meio do teste F a 5% de probabilidade de erro tipo I, conforme o modelo:

$$Y_{ijk} = m + T_i + e_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} : o valor observado da variável; m : constante geral; T_i : efeito do tratamento i ; e_{ijk} : erro associado a cada observação.

3. Resultados e discussão

3.1 Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas terminadas em pastejo

A inclusão da torta de dendê na dieta não afetou a composição centesimal da carne de novilhas ($P>0,05$), exceto os lipídeos totais (Tabela 3). A avaliação da composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos totais) expressa a proporção de cada nutriente no alimento e principalmente o valor nutricional (Rodrigues et al., 2021; Silva et al., 2021).

Tabela 3. Composição química do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de torta de dendê.

Variáveis (%)	Níveis suplementação (%)				Eq ²	CV% ¹	Valor P ³	
	0	15	30	45			L	Q
Umidade	75,63	74,88	74,15	73,84	Y=74,87	3,99	0,780	0,841
Cinzas	0,93	0,92	0,92	0,93	Y=0,92	22,48	0,997	0,329
Proteína	19,87	19,42	18,98	19,06	Y=19,33	9,80	0,993	0,936
Lipídeos totais	3,57	4,78	5,95	6,17	Y1	40,89	0,038	0,429
Colesterol (mg/100g)	29,72	31,61	28,14	35,54	Y=31,25	20,14	0,238	0,296

¹Coefficiente de variação; ²Equação de regressão; ³Valor de probabilidade-L=Linear, Q= Quadrática; Y1= 3,772 + 0,0598x; R² = 0,93.

A inclusão da torta de dendê na dieta não afetou o percentual de umidade, cinzas, proteína e colesterol. Na literatura, a porcentagem desses componentes da carne, à exceção do colesterol, é relatada na maioria das vezes como pouco variável, e os resultados obtidos nessa pesquisa corroboram com estas informações. Santana Filho et al. (2016) também constataram que a adição de torta de dendê na dieta não influenciou no teor de umidade, proteína, cinzas ou gordura da carne Tourinhos nelore. Conforme Pires et al. (2008), os teores de umidade, cinzas, proteínas e carboidratos na carne bovina são pouco variáveis, com exceção do teor de lipídeos totais. Ainda de acordo com estes autores, a carne bovina contém aproximadamente 75% de umidade, 21 a 22% de proteínas, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos.

A inclusão da torta de dendê na dieta causou efeito linear crescente nos teores de lipídeos totais ($P<0,05$) (Tabela 3). Possivelmente, este resultado está relacionado ao consumo da torta de dendê, já que os teores extrato etéreo aumentaram à medida que se aumentou os níveis da torta dendê (Tabela 3). Os teores de lipídeos totais da carne estar

diretamente relacionado com os lipídeos da dieta, sistema de criação, sexo, raça e o grau de acabamento da carcaça (Cruz et al., 2011; Silva et al., 2014; Vahrmani et al., 2017).

Os teores de colesterol da carne não foram afetados ($P > 0,05$) pela inclusão da torta de dendê nas dietas (Tabela 3). O teor médio de colesterol encontrado neste trabalho (31 mg/100g) estão abaixo da média relatada para carne bovina que é de 47,0 a 57,0 mg/100g (Chizzolini et al., 1999) e também abaixo dos valores encontrados por outros pesquisadores (Pires et al., 2008; Brugiapaglia et al., 2014; Silva et al., 2021).

Um fator que pode interferir diretamente na concentração do colesterol no músculo é a idade de abate dos animais, sendo que aqueles com maior idade apresentam maiores concentrações (Silva et al., 2021). De modo geral, bovinos jovens apresentam baixos teores de colesterol total no músculo *Longissimus* (Rotta et al., 2009). Neste estudo, o baixo teor de colesterol também pode ser atribuído à idade de abate das novilhas (20 meses).

3.2 Perfil de Ácidos Graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas terminadas em pastejo

Os ácidos graxos saturado tridecanoico (C13:0) e o palmítico (C16:0) apresentaram efeitos significativos ($P < 0,05$), sendo resultado quadrático, com ponto mínimo no nível de 18,50% para o ácido C13:0 e linear decrescente para o C16:0.

Segundo French et al. (2003), dentre os saturados, o mais indesejável é o ácido saturado mirístico (C14:0) considerado o mais hipercolesterolêmico, por causar aumento do colesterol ruim (LDL). No presente trabalho, o ácido mirístico não foi influenciado pela inclusão da torta de dendê no concentrado.

O efeito quadrático máximo nos teores do ácido tridecanoico (C13:0) na carne pode ter ocorrido devido à grande quantidade de ácidos graxos insaturados na torta de dendê, já que os ácidos graxos saturados podem ser originados da dieta ou a partir da biohidrogenação dos seus correspondentes insaturados. Os ácidos graxos provenientes da dieta são hidrolisados e, em seguida os poliinsaturados são rapidamente hidrogenados pelos microorganismos do rúmen, resultando na produção de ácidos graxos saturados, principalmente o ácido Esteárico (18:00) (Kim et al., 2009).

Os resultados do perfil de ácidos graxos saturados obtidos neste estudo, demonstra que a inclusão da torta de dendê não alterou seus teores na carne, visto que não são benéficos para a saúde humana. Ribeiro et al. (2018) também não constataram alterações

nos teores ácidos graxos saturados na carne de cabritos alimentados com dietas contendo diferentes níveis da torta de dendê.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos saturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de dendê.

Ácidos Graxos (%) ¹	Níveis suplementação (%)				Eq ³	CV% ²	Valor P ⁴	
	0	15	30	45			L	Q
C6:0 ⁵	0,16	0,21	0,19	0,12	Y=0,17	49,91	0,467	0,074
C10:0 ⁶	0,11	0,13	0,12	0,14	Y=0,12	49,25	0,508	0,977
C12:0 ⁷	0,87	0,84	0,78	0,10	Y=0,64	51,91	0,908	0,908
C13:0 ⁸	0,12	0,12	0,11	0,22	Y1	43,78	0,018	0,038
C14:0 ⁹	4,09	3,99	2,98	3,73	Y=3,70	37,64	0,575	0,645
C15:0 ¹⁰	0,72	0,62	0,60	0,67	Y=0,65	36,72	0,943	0,494
C16:0 ¹¹	23,04	22,19	20,57	16,54	Y=2	22,19	0,034	0,468
C17:0 ¹²	1,45	1,37	1,48	2,06	Y=1,59	33,48	0,061	0,139
C18:0 ¹³	24,36	23,93	25,49	28,92	Y=25,68	30,64	0,301	0,781
C20:0 ¹⁴	0,15	0,15	0,12	0,14	Y=0,14	44,87	0,801	0,968
C21:0 ¹⁵	0,10	0,16	0,14	0,12	Y=0,13	41,25	0,934	0,093
C22:0 ¹⁶	0,34	0,58	0,53	0,58	Y=0,51	56,05	0,207	0,588
C24:0 ¹⁷	0,14	0,17	0,44	0,35	Y=0,27	44,47	0,467	0,295

¹Nomenclatura IUPAC; ²Coefficiente de variação; ³Equação de regressão; ⁴Valor de probabilidade (L= linear Q=Quadrática); ⁵Ácido Cáproico; ⁶Ácido Cáprico; ⁷Láurico; ⁸Ácido Tridecanóico; ⁹Mirístico;

¹⁰Pentadecílico; ¹¹Palmítico; ¹²Margárico; ¹³Esteárico; ¹⁴Araquídico; ¹⁵Ácido Henecosanoico; ¹⁶Behenico;

¹⁷Ácido Lignocérico. Y1=0,1262 - 0,0037x + 0,0001x²: R² = 0,91, Y2: y = 25,865 - 2,112x: R² = 0,90

Os resultados do perfil ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* não foram afetados (P>0,05) pela inclusão da torta de dendê no concentrado (Tabela 5). Este resultado pode ter ocorrido devido à pouca quantidade de lipídeos totais e com isso o baixo índice de atividade da enzima $\Delta 9$ dessaturase. Conforme Mansbridge e Blake (1997), de modo geral, os ácidos monoinsaturados são produzidos durante o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados pelas bactérias do rúmen.

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de dendê.

Ácidos Graxos (%) ¹	Níveis suplementação (%)				Eq. ³	CV % ²	P ⁴	
	0	15	30	45			L	Q
C14:1 ⁵	0,67	0,55	0,34	0,45	Y=0,50	39,51	0,190	0,608
C15:1 ⁶	0,29	0,48	0,33	0,37	Y=0,37	30,98	0,973	0,322
C16:1 ⁷	2,99	3,01	3,29	2,76	Y=3,01	43,51	0,993	0,851
C17:1 ⁸	0,62	0,56	0,70	0,67	Y=0,64	42,96	0,815	0,998
C18:1n9t ⁹	2,79	2,73	3,41	3,60	Y=3,13	36,84	0,157	0,975
C18:1n9c ¹⁰	30,24	30,73	30,98	31,3	Y=36,85	30,65	0,835	0,984
C20:1 ¹¹	0,26	0,24	0,41	0,27	Y=0,30	64,61	0,809	0,636
C22:1n9 ¹²	0,34	0,58	0,53	0,58	Y=0,51	36,05	0,207	0,588
C24:1 ¹³	0,84	0,72	0,65	0,64	Y=0,71	38,99	0,298	0,938

¹Nomenclatura IUPAC; ²Coefficiente de variação; ³Equação de regressão; ⁴Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática); ⁵Miristoleico; ⁶Pentadecenoico; ⁷Palmitoleico, ⁸Heptadecenoico, ⁹Elaídico; ¹⁰Oleico; ¹¹Gadoleico; ¹²Erúcico; ¹³Ácido Nervonico

A maioria dos ácidos graxos poliinsaturados (Tabela 6) não foram influenciados pela inclusão da torta de dendê no concentrado ($P > 0,05$), com exceção apenas para o ácido Eicosapentaenóico (EPA) (C20:5n3) que teve efeito linear crescente. O ácido Eicosapentaenóico (EPA) é formado a partir do C18:3n3 por meio do processo de alongenase e dessaturase, é considerado um ácido graxo essencial da famílias Ômega 3 (Barlow & Pike, 1991).

A carne bovina contém baixos teores em ácidos graxos de cadeia longa como Eicosapentaenóico (EPA), no entanto, é considerada uma importante fonte destes ácidos graxos para o homem (Howe et al., 2006). O eicosapentaenóico está relacionado com a produção de eicosanóides, responsáveis pela redução dos riscos de doenças cardiovasculares, embolia, hiperglicemia, hipertensão e doenças autoimunes (Curi et al., 2002).

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de torta de dendê.

Ácidos Graxos (%) ¹	Níveis suplementação (%)				Eq. ³	CV ²	P ⁴	
	0	15	30	45			L	Q
C18:2n6t ⁵	0,14	0,15	0,16	0,17	Y=0,16	27,86	0,222	0,999
C18:2n6c ⁶	1,71	1,48	1,56	1,43	Y=1,54	41,84	0,751	0,990
C18:3n6 ⁷	0,54	0,81	0,58	0,40	Y=0,58	38,25	0,317	0,120
C18:3n3 ⁸	0,48	0,56	0,59	0,50	Y=0,53	42,51	0,979	0,475
C18:2c9t11 ⁹	0,58	0,45	0,57	0,49	Y=0,52	38,41	0,940	0,972
C18:2t10c12 ¹⁰	0,10	0,16	0,14	0,12	Y=0,13	41,25	0,934	0,093
C20:2 ¹¹	0,33	0,40	0,27	0,44	Y=0,36	44,92	0,807	0,680
C20:3n6 ¹²	0,33	0,41	0,27	0,44	Y=0,36	44,92	0,807	0,680
C20:4n6 ¹³	0,13	0,24	0,20	0,27	Y=0,21	34,69	0,079	0,888
C22:2 ¹⁴	0,38	0,44	0,38	0,38	Y=0,39	36,25	0,984	0,916
C20:5n3 ¹⁵	0,45	0,67	0,66	0,68	Y1	39,69	0,012	0,142
C22:6n3 ¹⁶	0,14	0,17	0,43	0,35	Y=0,18	33,49	0,489	0,270

¹Nomenclatura IUPAC; ²Coefficiente de variação; ³Equação de regressão; ⁴Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática); ⁵Linolelaídico; ⁶Linoleico; ⁷Alfa linoleico, ⁸Linolênico; ⁹Rumênico/CLA; ¹⁰Trans-10, cis-12-octadecadienóico/CLA; ¹¹Ácido Eicosadienoico; ¹²Dihomo- γ -linolênico; ¹³Araquidônico; ¹⁴Ácido Docosadienóico; ¹⁵Eicosapentaenóico (EPA); ¹⁶Docosahexaenóico (DHA). Y1= 0,5143 + 0,0045x: R² = 0,64.

O ácido graxo poliinsaturado mais representativo na carne bovina é o ácido linoleico (C18:2 n-6) (Metz et al., 2009). No entanto, no presente estudo, o ácido linoleico e ácido linoleico conjugado (CLA) não foram afetados pela torta de dendê. O CLA é formado no rúmen pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoleico e linolênico pelas bactérias ruminais e, pela ação da enzima Δ 9 dessaturase, assim, como não houve diferença nos teores destes ácidos graxos precursores do CLA, logo, a produção do CLA também não foi alterada. Os ácidos linoléico e linolênico estão presentes em pequenas quantidades na torta de dendê, 2.88% e 0.13%, respectivamente (Oliveira et al., 2015), provavelmente estes ácidos foram rapidamente hidrogenados pelos microrganismos do rúmen, resultando na produção de ácidos graxos saturados e, por isso, não houve produção significativa destes ácidos poliinsaturados. Os ácidos graxos linoleico (C18:2 n-6) e linolênico (C18:3 n-3) são considerados essenciais, provenientes da dieta, pois as células dos mamíferos não têm capacidade de sintetizá-los (Souza e Visentainer 2006; Scollan et al., 2006).

Santana Filho (2013) analisando a qualidade da carne de tourinhos nelore alimentados com dietas contendo torta de dendê, observou redução linear nos teores dos

ácidos linoleico (C18:2 n6) e araquidônico (C20:4 n6). Segundo este autor, esse resultado pode ser atribuído ao fato de a torta de dendê apresentar baixas concentrações de ácidos graxos poliinsaturados e, associado à biohidrogenação que esses ácidos graxos sofrem no rúmen.

3.3 Índices de atividade dessaturase no músculos do *Longissimus dorsi* de novilhas terminadas em pastejo

A suplementação com os diferentes níveis de torta de dendê não influenciou ($P>0,05$) os índices de atividade da $\Delta 9$ dessaturase (Tabela 7) da carne das novilhas. Esse resultado pode ter ocorrido devido ao baixo teor de ácidos graxos saturados no músculo *Longissimus dorsi* e, conseqüentemente, não foi alterada a atividade da $\Delta 9$ dessaturase. Segundo Pinho et al. (2011) a maior atividade da enzima $\Delta 9$ desaturase pode está relacionado ao maior percentual de ácidos graxos saturados, bem como a maior quantidade de lipídeos totais.

Tabela 7. Índices de atividade dessaturase em músculos do *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de torta de dendê.

Índices de dessaturase	Níveis suplementação (%)				Eq. ²	CV% ₁	P ³	
	0	15	30	45			L	Q
$\Delta 9$ dessaturase 14	0,13	0,12	0,10	0,11	Y=0,11	27,15	0,449	0,075
$\Delta 9$ dessaturase 16	0,11	0,12	0,14	0,14	Y=0,13	25,33	0,067	0,954
$\Delta 9$ dessaturase 18	0,55	0,56	0,55	0,52	Y=0,55	29,61	0,529	0,988

¹Coefficiente de variação; ²Equação de regressão; ³Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática)

3.4 Índices de qualidade nutricional do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas terminadas em pastejo

Houve efeito significativo ($P>0,05$) linear crescente para os ácidos graxos desejáveis (AGD), relação h:H e decrescente para os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT). A qualidade da carne é influenciada por fatores como espécie, idade, raça, alimentação e manejo (Rotta et al., 2009; Pitombo et al., 2013; Guerrero et al., 2013).

Tabela 8. Índices de qualidade nutricional do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças terminadas à pasto com suplementos com diferentes níveis de torta de dendê.

Índices de Qualidade (%)	Níveis suplementação (%)				Eq. ²	CV% ¹	P ³	
	0	15	30	45			L	Q
AGMI ⁴	39,04	39,6	40,64	40,64	Y=39,07	33,21	0,078	0,966
AGPI ⁵	5,31	5,94	5,81	5,67	Y=5,72	30,05	0,073	0,987
AGS ⁶	55,65	54,46	53,55	53,69	Y=54,61	29,76	0,065	0,895
AGMI:AGS ⁷	0,70	0,73	0,76	0,76	Y=0,74	22,33	0,066	0,989
AGPI:AGS ⁸	0,09	0,11	0,11	0,10	Y=0,10	35,49	0,956	0,949
AGD ⁹	68,71	69,47	71,94	75,23	Y1	29,37	0,045	0,968
IA ¹⁰	0,94	0,88	0,74	0,70	Y2	21,72	0,047	0,953
IT ¹¹	1,92	1,81	1,73	1,75	Y3	15,72	0,049	0,958
h:H ¹²	1,63	1,74	1,97	2,28	Y4	22,12	0,037	0,962
n-6 ¹³	2,85	3,09	2,77	2,71	Y=2,91	31,58	0,984	0,068
n-3 ¹⁴	1,07	1,4	1,68	1,53	Y=1,43	35,07	0,491	0,927
n-6:n-3 ¹⁵	2,66	2,21	1,65	1,77	Y=2,07	32,74	0,997	0,065

¹Coefficiente de variação; ²Equação de regressão; ³Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática); ⁴Somatório ácidos graxos monoinsaturados; ⁵Somatório ácidos graxos poliinsaturados; ⁶Somatório ácidos graxos saturados; ⁷Relação ácidos graxos monoinsaturados:ácidos graxos saturados; ⁸Relação ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados; ⁹Ácidos graxos desejáveis; ¹⁰Índice de aterogenicidade; ¹¹Índice de trombogenicidade; ¹²Relação ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico; ¹³Somatório dos ácidos graxos ômega 6; ¹⁴Somatório dos ácidos graxos ômega 3; ¹⁵Relação ácidos graxos ômega 6:ômega3. Y1=65,8302+2,203x: R² = 0,94; Y2= 1,0279 -0,0849x:R² = 0,94; Y3 = 1,9455-0,0575x: R² = 0,76; Y4= 1,3621 +0,2183x: R² = 0,96

Apesar dos teores dos ácidos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6 não terem sido afetado pelos níveis da torta de dendê, o aumento nos níveis destes ácidos graxos é um ponto importante, pois, são considerados essenciais devido à incapacidade do organismo de sintetizá-los, devendo ser adquiridos através da dieta (Scollan et al., 2006).

Os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) do músculo *Longissimus dorsi* foram afetados pela inclusão da torta de dendê (Tabela 9). O índice de aterogenicidade (IA) da carne, é um indicador de risco de doenças cardiovasculares, valores inferiores a um são benéficos para a saúde humana (Pilarczyk & Wójcik 2015; Rodrigues et al., 2021), sendo no presente estudo, a IA está dentro do recomendado com média de 0,81%.

A Relação h:H foi alterado pela inclusão da torta de dendê no concentrado (Tabela 8). De acordo com Guyton & Hall (2006), os ácidos graxos insaturados oleico (C18:1n9c), linoleico (C18:2n6c), araquidônico (C20:4n6), linolênico (C18:3n3), eicosapentanoico, decosapentanoico e decosapentaenoico, são considerados com

potencial hipocolesterolêmicos e os ácidos graxos saturados, mirístico e palmítico, como hipercolesterolêmicos. A média encontrada neste estudo (1,9%) está abaixo do recomendado que é de até 2,2% (Costa et al., 2018). Dessa forma, o valor médio da razão h:H encontrado neste estudo não são considerados risco para a saúde humana.

4 Conclusões

A inclusão de 45% de torta de dendê no suplemento não prejudica a qualidade da carne de bovinos terminados em pastagem tropical e suplementados com 0,4% do peso vivo de suplemento. Portanto, recomenda-se a inclusão de até 45% da torta de dendê no suplemento de bovinos terminados em pasto.

5 Referências bibliográficas

Ackman, R.G. The analysis of fatty acids and related materials by gas-liquid chromatography. *Progress in the chemistry of fats and other lipids*, 12,165-284, 1982.

Bannon, C.D.; Craske, J.D.; Hai, N.T.; Harper, N.L.; O'Rourke, K.L. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. **Journal of Chromatography**, v. 217, 63-69, 1982.

BARlow, S.; Pike, I.H. Humans, animals benefit from ômega-3 polyunsaturated fatty acids. *Feedstuffs*, Mineapolis, v. 63, n. 19, p. 18-26, 1991.

Bligh, E.G.; Dyer, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

Brugiapaglia, A.; Lussiana, C.; Destefanis, G. Fatty acid profile and cholesterol content of beef at retail of Piemontese, Limousin and Friesian breeds. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 568–73, 2014.

Correia, B.R.; Oliveira, R.L.; Jaeger, S.M.P.L.; Bagaldo, A.R.; Carvalho, G.G.P.; Oliveira, G.J.C.; Lima, F.H.S.; Oliveira, P.A. Intake, digestibility and ruminal pH os steers fed diets with pies coming from biodiesel to replacement saoybean meal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 356-363, 2011.

Costa, J.B.C.; Oliveira, R.L.; Silva, T.M.; Barbosa, A.M.; Borja, M.S.; Pellegrini, C.B.; Oliveira, V.S.; Ribeiro, R.D.X.; Bezerra, L.R. Fatty acid, physicochemical composition and sensory attributes of meat from lambs fed diets containing licuri cake. **PLoS One**, v.13, e0206863, 2018. doi:10.1371/journal.pone.0206863

Curi, R.; Miyasaka, C. K.; Pompéia, C.; Procopio, J. Entendendo as gorduras: os ácidos graxos. 1ª Edição, Editora Manole, 572 p. 2002.

Cruz, C.A.C.; Santos-Cruz, C.L.; Castillo, C.J.; Souza, A.O.; Borges, L.B.; Brito, P.N. Lipidic charaterization of Santa Inês lamb shoulder. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, 2011.

Chiofalo, V.; Liotta, L.; LO Presti, V.; Gresta, F.; DI rosa, A.R.; & Chiofalo, B. Effect of dietary olive cake supplementation on performance, carcass characteristics, and meat quality of beef cattle. **Animals**, v.10, p.1176, 2020.

Chizzolini, R.; Zanardi, E.; Dorigoni, V.; Ghidini, S. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 10, p. 119–128, 1999.

Detmann, E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C.; Queiroz, A.C.; Berchielli, T.T.; Saliba, E.O.S.; Cabral, L.S.; Pina, D.S.; Ladeira, M.M.; Azevedo, J.A.G. Métodos para análise de alimentos - INCT - **Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p., 2012.

Gomes, R.C.; Feijó, G.L.D.; Chiari, L. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. Embrapa Gado de Corte, 2017. Disponível em : <https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>. Acesso em 18-01-22.

Guerrero, A.; Valero, V.M.; Campo, M.M.; & Sañudo, C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.35, p.335-347, 2013.

Guyton, A.C.; Hall, J.E. Text Book of Medical Physiology. 7.ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006.

Hall, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*. v.81, p.3226–3232, 2003.

Howe, P.H.; Meyer, B.; Record, S.; Baghurst, K. Dietary intake of long-chain x-3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. **Nutrition, Boston**, v. 22, p. 47-53, 2006.

Kim, E.J.; Huws, A.S.; Lee, M.R.F.; Scollan, N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **Journal of Animal Science**, v.22, p.134-150, 2009.

Metz, P.M.; Menezes, L.F.G.; Santos, A.P.; Brondani, I.L.; Restle, J.; Lanna, D.P.D. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes categorias e grupos genéticos, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.523-531, 2009.

Oliveira, R.L.; Ribeiro, O.L.; Bagaldo, A.R.; Lima, L.S.; Borja, M. S.;Correia, B.R.; Costa, J.B.; Leão, A.G. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, p.881-892, 2011.

Oliveira, R. L.; Leão A.G.; Ribeiro, O. L.; Borja, M. S.; Pinheiro, A.A.; Oliveira, R.L.; Santana, M.C.A. Biodiesel by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 25, p. 627-638, 2012.

Oliveira, R.L.; Neto, S.G.; Lima, F.H.S.de.; Medeiros, A.N.de.; Bezerra, L.R.; Pereira, E.S.; Bagaldo, A.R.; Pellegrini, C.B.de. e Correia, B.R. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. **Animal Science Journal**, 2015.

Pires, I.S.; Rosado, G.P.; Costa, N.M.B. et al. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novilho precoce alimentado com lipídeos protegidos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.178-183, 2008.

Pitombo, R. S.; souza, D .D. N.; Ramalho, R. O. S.; Figueiredo, A. B. A.; Rodrigues, V. C.; Freitas, D. D .G.C.; Ferreira, J. C. S. Qualidade da carne de bovinos superprecoces terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.1203-1207, 2013.

Rotta, P.P.; Prado, I.N.; Prado, R.M.; Moletta, J.L.; SILVA, R.R.; Perotto, D. Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of Nellore, Caracu and Holstein-Friesian bulls finished in feedlot. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 22, p. 598-604, 2009.

Rodrigues, T.C.G.C.; Santos, S.A.; Cirne, L.G.A.; Pina, D. dos S.; Alba, H. D.R.; Araújo, M.L.G.M.L.; Silva W. P.; Nascimento, C. O.; Rodrigues, C. S. And de Carvalho, G. G. P. Palm kernel cake in high-concentrate diets improves animal performance without affecting the meat quality of goat kids. **Animal Production Science**, 2021. doi:10.1071/AN21129.

Ribeiro, R.D.X.; Medeiros, A.N.; Oliveira, R.L.; de Araújo, G.G.L.; Queiroga, R.C.E.; Ribeiro, M.D.; Silva, T.M.; Bezerra, L.R.; Oliveira, R.L. Palm kernel cake from the biodiesel industry in goat kid diets. Part 2: Physicochemical composition, fatty acid profile and sensory attributes of meat. **Small Ruminant Research**, v.165, p. 1–7, 2018. doi:10.1016/j.smallrumres.2018.05.014

Saldanha, T.; Mazalli, M.R.; Bragagnolo, N. Avaliação comparativa entre Dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.24, p.109-113, 2004.

Santos, L.V.; Silva, R.R.; Silva, F.F.; Silva, J.W.D.; Barroso, D.S; Silva, A.P.G.; Souza, S.O.; Santos, M.C. Increasing levels of palm kernel cake (*Elaeis guineensis* Jacq.) in diets for feedlot cull cows. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.79. p. 628 – 635, 2019.

Santana Filho, N. B. **Características de carcaça e qualidade da carne de tourinhos nelore submetidos a dietas com níveis de torta de dendê, oriunda da produção do biodiesel**. 2013, 101p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-Bahia.

Santana Filho, N. B.; Oliveira, R. L.; Cruz, C. H; Leão, A. G.; Ribeiro, O. L; Borja, M. S; Silvaa T. M; Abreu C. L. Physicochemical and sensory characteristics of meat from young Nellore bulls fed different levels of palm kernel cake. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, p.3590-3595, 2016.

Silva, R.M.D.; Restle, J.; Bilego, U.O.; Missio, R.L.; Pacheco, P.S.; & Prado, C.S. Características físico-químicas da carne de tourinhos zebuínos e europeus alimentados com níveis de grão de milheto na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.15, p.20-31, 2014.

Silva, R.R.; Prado, I.N.; Silva, F.F.; Rotta, P.P.; Rodrigues, L.B. O.; Prado, R.M.; Mesquita, B.M.A. C.; Alba, H.D.R.; Carvalho, G.G.P. Fatty acid profile and Chemical composition of meat from Nellore steers finished on pasture with diferent amount of supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, 2021.

Souza, N.E.; Visentainer, J.V. Colesterol da mesa ao corpo. São Paulo: Varela, 2006.

Scollan, N.; Hocquette, J.F.; Nuernberg, K. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, p.17-33, 2006.

Smith, S. B.; Lunt, D. K.; Chung, K. Y.; Choi, C. B.; Tume, R. K.; And Zembayashi, M. Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, 478-486, 2009.

UFV. Universidade Federal de Viçosa. 2000. SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Viçosa: UFV/CPD. (Apostila).

Ulbricht, T.L.V.; & Southgate, D.A.T. Coronary heart disease: seven 2693 dietary factors. *The Lancet*, 338, 85-92, 1991.

Vahmani, P.; Rolland, D.; Mapiye, C.; Dunne, P.; Aalhus, J.; Juárez, M.; Mcallister, T.; Prieto, N.; Dugan, M. Increasing desirable polyunsaturated fatty acid concentrations in fresh beef intramuscular fat. **CAB Reviews**, v.12, p.1-17, 2017.

Watkins, C. Palmeiras Africanas em Solos Brasileiros: Transformação Socioecológica e a Construção de uma Paisagem Afro-Brasileira. *Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC)*. **Revista De La Solcha**, v.10, p.150-193, 2020.

Weiss, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, P g Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

V CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto no trabalho, a qualidade nutricional da carne bovina está associada à composição da gordura intramuscular e essa composição pode ser dependente do tipo de dieta disponibilizada ao animal, mesmo com o processo de biohidrogenação no rúmen, que converte a gordura insaturada em gordura saturada.

Considerando que, ácidos graxos linoleico e linolênico são essenciais e não podem ser produzidos pelo organismo animal, é muito importante incorporá-los à dieta.

O processo de hidrogenação da dupla ligação nos ruminantes, quando incompleto, origina o CLA, que apesar de possuir isômeros trans, podem contribuir para a saúde humana.

Existem evidências de que mudanças no padrão de alimentação e suplementação com ácidos graxos específicos geram efeitos benéficos para o organismo e podem atuar como cardioprotetores, por isso continuam a merecer grande atenção e devem ser envolvidas em novas pesquisas.

VI ANEXOS

Normas da revista Tropical Animal Health and Production

Instructions for Authors

Authorship Policy

Authorship should incorporate and should be restricted to those who have contributed substantially to the work in one or more of the following categories

- Conceived of or designed study
- Performed research
- Analyzed data
- Contributed new methods or models
- Wrote the paper

Types of articles

Manuscripts should be presented preferably in Times New Roman font, double spaced, using A4 paper size. Please use the automatic page and line numbering function to number the pages and lines in your document and number the lines in a single continuous sequence.

Regular Articles: Articles should be as concise as possible and should not normally exceed approximately 4000 words or about 8 pages of the journal including illustrations and tables. Articles should be structured into the following sections;

- (a) Abstract of 150-250 words giving a synopsis of the findings presented and the conclusions reached. The Abstract should be presented as a single continuous paragraph without subdivisions.
- (b) Introduction stating purpose of the work
- (c) Materials and Methods
- (d) Results
- (e) Discussion (conclusions should be incorporated in the discussion!)
- (f) Acknowledgements
- (g) Statement of Animal Rights
- (h) Conflict of Interest Statement

(i) References

Title Page

Please make sure your title page contains the following information.

Title

The title should be concise and informative.

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

For life science journals only (when applicable)

Trial registration number and date of registration for prospectively registered trials

Trial registration number and date of registration, followed by “retrospectively registered”, for retrospectively registered trials

Keywords: Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX. We recommend using Springer Nature’s LaTeX template.

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables. Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

References

1. All publications cited in the text should be presented in the list of references. The typescript should be carefully checked to ensure that the spelling of the authors' names and dates are exactly the same as in the reference list.
2. In the text, refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed, if necessary, by a short reference to appropriate pages. Examples: 'Peters (1985) has shown that . . . 'This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1984, pp. 12--16)'
3. If reference is made in the text to a publication by three or more authors, the abbreviation et al. should be used. All names should be given in the list of references.
4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of

references should be arranged alphabetically by authors' surname(s) and chronologically by author. If an author in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications by the single author, arranged according to publication dates; publications of the same author with co-authors. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1986a, 1986b, etc.

5. Use the following system for arranging each reference in the list:• For journal articles:Ahl, A.S., 1986. The role of vibrissae in behaviour: a status review, *Veterinary Research Communications*, 10, 245--268 • For books:Fox, J.G., Cohen, B.J. and Lowe, F.M., 1984. *Laboratory Animal Medicine*, (Academic Press, London) • For a paper in published symposia proceedings or a chapter in multi-author books:Lowe, K.F. and Hamilton, B.A., 1986. Dairy pastures in the Australian tropics and subtropics. In: G.T. Murtagh and R.M. Jones (eds), *Proceedings of the 3rd Australian conference on tropical pastures*, Rockhampton, 1985, (Tropical Grassland Society of Australia, St. Lucia; Occasional Publication 3), 68--79 • For unpublished theses, memoranda etc:Crowther, J., 1980. *Karst water studies and environment in West Malaysia*, (unpublished PhD thesis, University of Hull)• For Online documents: Doe J. Title of subordinate document. In: *The dictionary of substances and their effects*. Royal Society of Chemistry. 1999. [http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document](http://www.rsc.org/dose/title%20of%20subordinate%20document). Accessed 15 Jan 1999

6. Do not abbreviate the titles of journals mentioned in the list of references.

7. Titles of references should be given in the original language, except for the titles of publications in non-Latin alphabets, which should be transliterated, and a notation such as '(in Russian)' or '(in Greek, with English abstract)' added.

8. Citations of personal communications should be avoided unless absolutely necessary. When used, they should appear only in the text, using the format: 'E. Redpath, personal communication, 1986' and should not appear in the Reference List. Citations to the unpublished data of any of the authors should not be included unless the work has already been accepted for publication, in which case a reference should be given in the usual way with "in press" in place of the volume and page numbers.

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals. Tables should always be cited in text in consecutive numerical order. For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table. Identify any previously published material by

giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption. Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Supplementary Information (SI)

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as Supplementary Information, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

High resolution (streamable quality) videos can be submitted up to a maximum of 25GB; low resolution videos should not be larger than 5GB.

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Ethical Responsibilities of Authors

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation is helped by following the rules of good scientific practice, which include*:

- The manuscript should not be submitted to more than one journal for simultaneous consideration.
- The submitted work should be original and should not have been published elsewhere in any form or language (partially or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work. (Please provide transparency on the re-use of material to avoid the concerns about text-recycling ('self-plagiarism').
- A single study should not be split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (i.e. 'salami-slicing/publishing').
- Concurrent or secondary publication is sometimes justifiable, provided certain conditions are met. Examples include: translations or a manuscript that is intended for a different group of readers.
- Results should be presented clearly, honestly, and without fabrication, falsification or inappropriate data manipulation (including image based manipulation). Authors should adhere to discipline-specific rules for acquiring, selecting and processing data.